



Escuela Técnica Superior de  
Ingenieros Agrónomos



# V CONGRESO DE ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INGENIERÍA AGRONÓMICA

**Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos  
Universidad Politécnica de Madrid**

**Madrid, 8 y 9 de mayo de 2012**

## **COMITÉ ORGANIZADOR**

### **Presidenta**

Pilar García Rebollar

### **Secretaria**

M<sup>a</sup> Ángeles Pérez Cabal

### **Estudiante**

Álvaro Gili Pozo

### **Vocales**

Carmen González Chamorro  
Maria R. Alvir Morencos  
Ana Isabel García García  
Augusto Arce Martínez  
Mercedes Flórez García

M<sup>a</sup> Ángeles Mendiola Ubillos  
Silverio Alarcón Lorenzo  
M<sup>a</sup> Antonia Bañuelos Bernabé  
Patricia Giraldo Carbajo  
Carlos Hernández Díaz-Ambrona





## EDITORIAL

Celebramos ya la quinta edición del Congreso de Estudiantes Universitarios de Ciencia, Tecnología e Ingeniería Agronómica. Año tras año hemos ido incorporando alguna innovación de acuerdo a las sugerencias de los participantes de las diferentes ediciones con el fin de mejorar el desarrollo de cada congreso. Y como habéis observado, este año hemos decidido utilizar las TIC con dos finalidades: para agilizar la organización del mismo y para dar visibilidad a una herramienta docente que esperamos sea de uso rutinario.

Este mes de mayo de 2012, presentamos de nuevo el libro de Actas realizado con las aportaciones que los estudiantes y profesores en temas relacionados con las Ciencias Agronómicas nos habéis enviado. Hemos de indicar que observamos una mejora en el cuidado que los participantes ponen a la hora de enviar temas originales, trabajos bien acabados y que cumplen las normas propuestas por el Comité Organizador. Sin embargo, confirmamos que, en alguna medida, siempre son necesarias algunas correcciones y revisiones que esperemos que más que una crítica al trabajo sean recibidas como revisiones constructivas y de mejora del mismo. Dejarlo todo para el último momento, nos hace presentar gráficas o tablas mal referenciadas en el texto, fuentes bibliográficas citadas erróneamente, trabajos de muy baja calidad y alguna que otra falta de ortografía que no se puede permitir en un trabajo universitario. Las prisas nunca fueron buenas y aunque las fechas de inscripción y de entrega de trabajos están al alcance de todos con bastante antelación, al final del proceso de revisión, algún estudiante ha preferido no enviar su trabajo o el comité lo ha rechazado finalmente por su baja calidad. Por eso este año, traemos la frase de Leonardo Da Vinci:

*“Quién piensa poco, se equivoca mucho”*

Nos gustaría transmitir a los que van a consultar este libro de Actas que los trabajos incluidos en él no son meros informes de prácticas repetidas, o revisiones bibliográficas superficiales. Podemos decir que este libro es una recopilación de trabajos escritos y revisados con esfuerzo, y cuya finalidad es que pueda ser considerado como un libro de consulta para los futuros estudiantes en esta área de conocimiento.

Nuestro agradecimiento a la Fundación Premio Arce, a la Comunidad de Madrid a través del Proyecto NEWGAN (S2009/AGR-1704), a NANTA S.A., The Poultry Research Centre (PRC) Nutreco, Danisco, CEIGRAM, Eumedia, la Editorial Agrícola Española, y la cátedra Fertiberia, como patrocinadores de este evento. Gracias como siempre a todos los profesores, estudiantes, becarios y voluntarios que han colaborado en este V Congreso.

**Pilar García Rebollar y M<sup>a</sup> Ángeles Pérez Cabal**



# Índice de trabajos

## SESIÓN C1

ANÁLISIS DE LA SEGURIDAD ALIMENTARIA Y NUTRICIONAL DE LOS CAMPEÑINOS DE SAN JOSÉ DE CUSMAPA, NICARAGUA.....	7
“LA TERCERA VÍA DE LA MECANIZACIÓN” EVOLUCIÓN RECIENTE DE LA MECANIZACIÓN AGRARIA .....	11
CARACTERIZACIÓN ECONÓMICA-FINANCIERA DE LAS EMPRESAS DEL SECTOR DE LA ACUICULTURA Y PESCA EN LOS PAÍSES MEDITERRÁNEOS DE LA UNIÓN EUROPEA.....	15
EFFECTO DE LA ESTIRPE Y DEL TRATAMIENTO DE MUDA EN LA INTERRUPTIÓN DE LA PUESTA .....	19
DESARROLLO DE RUTINAS PARA ANÁLISIS AUTOMATIZADO DE TOMOGRAFÍA NO DESTRUCTIVA DE RESONANCIA MAGNÉTICA EN ESPUMAS Y GELES .....	23
CACAO: EL GRAN CONQUISTADOR .....	27

## SESIÓN C2

ALIMENTACIÓN LÍQUIDA EN PORCINO, ¿LES GUSTA A LOS CERDOS LA PAPILLA? .....	33
PRESENCIA DE SISTEMAS DE SECRECIÓN DE PATÓGENOS EN BACTERIAS ENDOSIMBIÓTICAS AISLADAS DE <i>LUPINUS</i> DE LA PENÍNSULA IBÉRICA .....	37
CLENBUTEROL, UN BETA-AGONISTA PELIGROSO .....	41
EL MUNDO EQUINO: UNA REVISIÓN SOBRE SU REPRODUCCIÓN Y COMPORTAMIENTO .....	45
INDICACIONES GEOGRÁFICAS E IDENTIFICACIÓN DE EXTERNALIDADES SOCIO- ECONÓMICAS. EL CASO DEL SALAMI DE TANDIL (ARGENTINA).....	49

## SESIÓN C3

UN TRIGO SEGURO PARA CELÍACOS... REALIDAD O FICCIÓN.....	55
SITUACIÓN DE LA AGRICULTURA Y PERSPECTIVAS DE DESARROLLO EN EL VALLE DEL COLCA (PERÚ) .....	59
CRIOCONSERVACIÓN DEL SEMEN. ASPECTOS GENERALES Y APLICACIONES ACTUALES .....	63
ALIFE: CARACTERIZACIÓN TÉRMICA DE LA FERMENTACIÓN DEL CAFÉ .....	67
ENTRE BASTIDORES: EVALUACIÓN EMPLEANDO MÉTODOS NUMÉRICOS.....	71

## SESIÓN C4

LA COMPETITIVIDAD DE LAS DENOMINACIONES DE ORIGEN ESPAÑOLAS EN LAS EXPORTACIONES DE VINO EN EL MUNDO .....	77
EFFECTOS DE LA TEMPERATURA EN LA PRODUCCIÓN ANIMAL .....	81
ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE PARASITACIÓN DE <i>CHELONUS INANITUS</i> L. (HYMENOPTERA: BRACONIDAE) EN <i>SPODOPTERA EXIGUA</i> HÜBNER (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) .....	85
ANÁLISIS ECONÓMICO-FINANCIERO DE LAS EMPRESAS DEL SECTOR FRUTÍCOLA EN LAS PROVINCIAS DE LÉRIDA, ZARAGOZA Y HUESCA .....	89
HUMEDALES ARTIFICIALES Y FITORREMEDIACIÓN COMO ALTERNATIVA PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES .....	93

## SESIÓN P1

EL JARDÍN BOTÁNICO MEDITERRÁNEO DE LA E.T.S.I. AGRÓNOMOS: CARACTERIZACIÓN DE LA FLORA HERBÁCEA EN RELACIÓN A LA FLORA ARBÓREO-ARBUSTIVA .....	99
EL ARGÁN: UNA PLANTA CON GRAN INTERÉS .....	103
EN ESPAÑA LAS VACAS “NO SE DOPAN” .....	107
TRATAMIENTO MAGNÉTICO COMO TÉCNICA ESTIMULANTE DE GERMINACIÓN Y CRECIMIENTO DE SEMILLAS DE SOJA .....	111
ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS GENÉTICOS EN UNA POBLACIÓN COMERCIAL DE DORADA ( <i>SPARUS AURATA</i> ) .....	115
CARACTERIZACIÓN DE BACTERIAS ENDOSIMBIÓTICAS DE <i>CYTISUS TRIFLORUS</i> , UNA LEGUMINOSA ÚTIL PARA LA RESTAURACIÓN DE SUELOS EN EL NORTE DE ÁFRICA .....	119
UTILIZACIÓN DEL ANÁLISIS HIPERESPECTRAL COMO MÉTODO PARA LA DETECCIÓN DE LEVADURAS EN ALIMENTOS DETERIORADOS .....	123
REPOBLACIÓN DE <i>QUERCUS SUBER</i> L. EN LA FINCA “CUARTO DE LA CASA”, EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE CAÑAMERO, CÁCERES.....	127

## SESIÓN P2

ESTUDIO DE LA HERENCIA DEL COLOR DE LA FLOR Y LA SEMILLA EN <i>PAPAVER SOMNIFERUM</i> L. ....	133
CARACTERIZACIÓN DE LA SEQUÍA EN PASTOS ANUALES EN DEHESAS.....	137
APLICACIÓN DEL MÉTODO DE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA EN LA DETERMINACIÓN DE VIABILIDAD DE SEMILLAS SILVESTRES.....	141
PRODUCTIVIDAD Y CRECIMIENTO DEL SECTOR INDUSTRIAL ALIMENTARIO: UNA COMPARACIÓN ENTRE MÉXICO Y ESPAÑA .....	145
ANÁLISIS FILOGENÉTICO DE BACTERIAS ENDOSIMBIÓTICAS DE <i>GENISTA NUMIDICA</i> .....	149
CUÉNTAME: ANÁLISIS DE IMAGEN APLICADO AL CRECIMIENTO DE COLONIAS DE LEVADURA.....	153
EL CEBO DE LA AVILEÑA-NEGRA IBÉRICA .....	157

## ÍNDICES

Índice de palabras clave .....	163
Índice de autores.....	165
Índice de tutores.....	167





## **SESIÓN C1**





## ANÁLISIS DE LA SEGURIDAD ALIMENTARIA Y NUTRICIONAL DE LOS CAMPESINOS DE SAN JOSÉ DE CUSMAPA, NICARAGUA

Merino Zazo, Alicia

Tutor: Hernández Díaz-Ambrona, Carlos Gregorio

*Grupo de Cooperación AgSystem, CEIGRAM, Departamento de Producción Vegetal: Fitotecnia.*

*E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid*

*Correo electrónico: amerinozazo@gmail.com*

### RESUMEN

El estudio se enmarca dentro de los proyectos de Seguridad Alimentaria y Nutricional que el grupo de Cooperación AgSystems viene realizando en San José de Cusmapa (Nicaragua) a través de Escuelas de Campo de Agricultores. El objetivo que se persigue es caracterizar la calidad de vida de las familias de las comunidades rurales, analizar la tipología del agricultor campesino y evaluar las dimensiones de la Seguridad Alimentaria y Nutricional. Para ello se han analizado 80 encuestas realizadas en 11 comunidades rurales de San José de Cusmapa en 2010 y se ha realizado un Diagnóstico Rural Participativo en tres de ellas en 2011. La familia media está formada por siete miembros, de los cuales tres son menores de 15 años. El jefe de hogar tiene 42 años de media, en el 32% de los casos cuenta con título de propiedad de la vivienda. La actividad principal es la agricultura a tiempo completo en sus tierras, cada familia dispone de 3,6 ha de media, de las cuales 1,09 se destina al cultivo de granos básicos, siendo éstos su principal cosecha. El nivel tecnológico es bajo, la producción se destina principalmente a autoconsumo y los activos e insumos son casi inexistentes. La disponibilidad de alimentos en términos nutricionales proveniente de la producción de granos básicos y hortalizas refleja que el 49% de las familias no llegan al nivel nacional mínimo de energía establecidos en 1770 kcal/persona/día, el 33% no alcanza el consumo óptimo de proteína establecido en 40 g/persona/día y el 75% queda por debajo del consumo óptimo de grasa estimado en 40 g/persona/día. La participación en las Escuelas de Campo de Agricultores influye de manera positiva en la actividad productiva siendo los participantes que más años llevan como beneficiarios los que mejor disponibilidad y acceso a alimentos tiene, siendo la relación coste de producción sobre ingresos percibidos inferior. El patrón alimentario refleja una dieta poco diversificada, basada principalmente en el consumo de maíz, frijol y arroz. La producción de los campesinos refleja un contenido nutricional insuficiente en energía, grasa y proteína, por lo que las familias necesitan de ingresos que aseguren los niveles nutricionales en cantidad y de manera equilibrada para poder desarrollar una actividad física o laboral mínima.

**Palabras clave:** comunidades indígenas, alimentación, disponibilidad

### INTRODUCCIÓN

En Centroamérica, el aumento de los precios de los alimentos en 2008 y la falta de confianza en el funcionamiento de los mercados agroalimentarios, hizo replantearse la Soberanía y Seguridad Alimentaria y Nutricional. A partir de este momento los programas de Seguridad Alimentaria y Nutricional comienzan a reforzar la producción agrícola y protección social. En Nicaragua la ley 693 de Soberanía y Seguridad Alimentaria y Nutricional pretender garantizar el derecho de los nicaragüenses a tener alimentos suficientes, inocuos y nutritivos de acuerdo a sus necesidades. En Nicaragua, el Suministro de Energía Alimentaria es de 2440 kcal/persona/día, aunque presenta una distribución regional muy desigual; el consumo diario de proteína es de 63 g/persona y el de grasa 58 g/persona. El 19% de la población se sitúa por debajo de los requerimientos nutricionales. Nicaragua se sitúa en el puesto 129 con un IDH de 0,598 (PNUD, 2011), el 62% de la población se sitúa en pobreza y el 32% en pobreza extrema (PRESANCA, FAO, IALCSH, PESA, 2011). La agricultura es la base de la economía (20% del PIB), la cual tiene una alta dependencia de las importaciones, que en el caso del frijol, el 37% del consumido es importado. El 50% del peso económico de la agricultura Centroamericana proviene de la agricultura familiar, representando al 96% de los productores de granos



básicos totales. Los altos niveles de desnutrición (28% de población con desnutrición crónica) se deben a bajos ingresos en comparación al coste de la Canasta Básica Alimentaria (CBA), por lo que la población accede sólo al 33% de los alimentos que componen la CBA.

San José de Cusmapa se sitúa en el Departamento de Madriz, uno de los más pobres de Nicaragua (INIDE, 2012) y con los índices de desnutrición más altos de Nicaragua (49%) (FAOSTAT, 2012). San José de Cusmapa es el segundo municipio con más población indígena de Nicaragua, siendo esta chorotega. Es el municipio más alto de Nicaragua a 1600 msnm. Es una zona montañosa de suelo principalmente forestal que sus familias utilizan para uso agrícola (SICA, 2007). El 83% de la población se sitúa en pobreza, y el 47% en pobreza extrema (INIDE, 2012), con un ingreso familiar medio mensual de 30€. El 81% de su población vive en el área rural en 26 comunidades indígenas. Es un municipio dedicado principalmente a la producción de granos básicos, café y ganadería.

El objetivo del estudio es analizar la calidad de vida de las familias campesinas así como el tipo de agricultor y analizar las dimensiones de disponibilidad, acceso y consumo de alimentos que definen la Seguridad Alimentaria y Nutricional de las familias de las comunidades rurales de San José de Cusmapa.

### **MATERIAL Y MÉTODOS**

La investigación realizada es de tipo descriptivo basada en herramientas cuantitativas y cualitativas, con datos primarios y fuentes secundarias de revisión bibliográfica. La primera fase de investigación se basa en el análisis de 80 encuestas realizadas en julio de 2010, en 11 de las 26 comunidades rurales de San José de Cusmapa. La codificación de las variables de la encuesta se hace mediante el uso de software como Dyanne, SPSS y Microsoft Excel, que permite hacer el análisis de las características de las familias y la tipología de agricultor. La segunda fase se desarrolla en noviembre de 2011 en tres de las once comunidades, se basa en herramientas cualitativas como entrevistas semi-estructuradas con informadores clave, Diagnósticos Rurales Participativos y visitas de campo con agricultores. Esta información permite el estudio de las dimensiones de Seguridad Alimentaria y Nutricional de disponibilidad, acceso, consumo y patrón alimentario. La dimensión de disponibilidad se estudia a partir del indicador de Suministro de Energía Alimentaria, con la peculiaridad de que se estudia únicamente la producción bruta de alimentos traducándose a los niveles de energía, proteína y grasa que contiene cada tipo de alimento producido. Este indicador ayuda a estudiar la cobertura nutricional de la producción potencial de las familias y se compara con los requerimientos de energía, proteína y grasa estimados para la población de estudio. La dimensión del acceso se estudia a partir del grado de cobertura de la Canasta Básica Alimentaria de las familias con los beneficios percibidos por la venta de sus producciones. El consumo y patrón alimentario se estudia según el comportamiento que las familias tienen a la hora de alimentarse y las preferencias gastronómicas.

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

La familia media de las comunidades rurales tiene siete personas de las cuales tres son menores de 15 años. El jefe del hogar carece de estudios primarios en el 23% de los casos. El 32% de las familias tienen algún tipo de titularidad de la vivienda, el 40% de los hogares cuentan con algún tipo de suministro eléctrico, el 11% tienen acceso a agua potable y el 79% tienen letrinas como sistema de saneamiento. Las percepciones sobre el cambio del estado del hogar desde el 2007 reflejan situaciones pesimistas en cuanto a ingresos, salud, vivienda y alimentación, mientras que la visión es más optimista para la educación de los hijos, conocimientos técnicos y venta de productos.

La principal fuente de ingresos proviene de la actividad agrícola a tiempo completo en sus tierras, mientras que la segunda proviene para el 39% de su trabajo como jornalero



generalmente por la corta de café en Honduras. De las 3,6 ha que tienen de media cada familia, el 36% se utiliza para bosque, el 30% pastos, seguido del 27% a granos básicos, mientras que solamente el 3% se dedica a frutales, el 2% a hortalizas, el 2% a café y el 1% a tubérculos. Esto se traduce que cada persona cuenta con 0,5 ha, muy por debajo de la media nacional de 2,33 ha para personas dependientes de la agricultura (FAOSTAT, 2012). El nivel tecnológico es bajo, las labores del campo se realizan a mano y el 80% de los campesinos no cuenta con ningún sistema de riego mientras que el 18% tiene aspersión y el 3% goteo, generalmente gracias a la pertenencia a algún proyecto que se los proporcionara de manera gratuita. La formación recibida por estos campesinos en las Escuelas de Campo de Agricultores (ECAs) ha sido principalmente en conservación de suelos, cultivo de hortalizas en huertos, manejo de plagas y enfermedades de cultivos y bancos de semillas.

El 30% de las familias tuvo acceso a crédito entre el 2009 y 2010, que destinaron a insumos agrícolas y garantizaron con su vivienda, su producción o el ganado. Los beneficios obtenidos por sus producciones agrícolas de granos básicos y hortalizas son muy bajos, siendo uno de los principales problemas expresados por los campesinos encuestados para aumentar su producción e ingresos familiares. Otros problemas detectados son el clima, la falta de financiación, la educación, la pérdida de cosechas y el bajo precio percibido por la venta de productos agrícolas.

Esta agricultura campesina, dedica principalmente su producción de granos básicos para el autoconsumo mientras que la producción de hortalizas se destina a venta. La venta de granos básicos se realiza cuando la familia necesita de financiación para la compra de alimentos no producidos por las propias familias, como el caso del arroz o para productos no alimentarios como puede ser jabón o vestimenta.

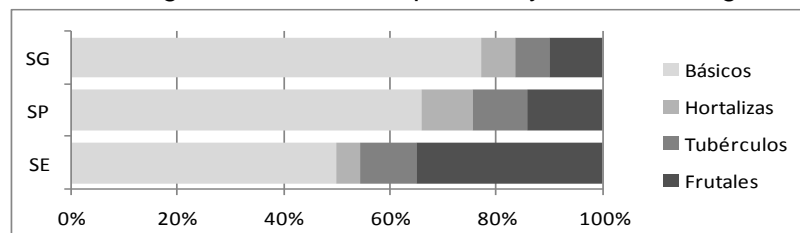
La superficie disponible para el cultivo en la zona es escasa (4%), ya que el suelo es de tipo forestal, las pendientes son muy pronunciadas, hay un alto riesgo de erosión, alto riesgo de inundaciones y movimientos de tierra. Un factor humano importante en el rendimiento son los conocimientos del agricultor sobre el manejo del cultivo y la aplicación de insumos, así queda demostrado que hay mayores beneficios en los agricultores que llevan más años trabajando en las ECAs, ya que por unidad de superficie, el costo de producción es inferior y mayor el ingreso que producen. La superficie de tierra disponible por habitante ha disminuido con los años debido a la presión del crecimiento poblacional y la escasez de tierra apta para cultivo. La lejanía de las tierras cultivadas es un factor clave a la hora de producir ya que el tiempo empleado en ir a las fincas supone energía que no se puede destinar a las labores agrícolas y menos tiempo de trabajo en la finca.

Según el Diagnóstico Rural Participativo en las comunidades del Terrero, Los Llanitos y Ángel 2, las producciones de granos básicos son superiores en la comunidad con mayor trayectoria de participación en las ECAs y su beneficio ha sido mayor, por lo que en esta comunidad, El Terrero, la disponibilidad y acceso a los alimentos se ve cubierta. Mientras que Los Llanitos se sitúa en niveles de disponibilidad nutricional parecidos a los niveles nacionales y en el Ángel 2, comunidad que acaba de terminar la ECA, se observan producciones muy bajas por lo que su disponibilidad de alimento no cubre las necesidades nutricionales ni tiene acceso suficiente a alimentos. Si se desglosa la producción de alimentos en términos de energía, proteína y grasa, se observa que el término grasa está por debajo de los óptimos estimados en el caso del Ángel 2 y Los Llanitos se sitúa en el límite, alrededor de 40 g/persona/día. En términos energéticos el sorgo es de los granos básicos el cultivo que mayor energía aporta con el 40% de la energía, seguido del maíz con el 30% y el frijol con el 29%, mientras que las hortalizas suponen una contribución energía casi inapreciable. Para estas tres comunidades el acceso a la Canasta Básica Alimentaria Local (CBAL), estimada en 63 € mensuales, sólo



se ve asegurado para las familias del Terrero, mientras que, las familias del Ángel 2 sólo acceden al 30% de la CBAL si vendieran toda su producción.

Según los datos de las encuestas y teniendo en cuenta el cultivo de granos básicos, hortalizas, frutales y tubérculos, el 49% de las familias no alcanzan los niveles mínimos diarios de 1770 kcal/persona (FAOSTAT, 2012), el 33% no llega al consumo óptimo diario de proteína estimado en 40 g/persona y el 75% queda por debajo del consumo óptimo diario de materias grasas estimado en 40 g/persona. Los granos básicos aportan el 50% de la energía, el 66% de la proteína y el 77% de la grasa. Las hortalizas aportan el 4,8% de la energía, el 9,8% de las proteínas y el 6,7% de la grasa. Los tubérculos aportan el 10,4% de la energía, el 10% de la proteína y el 6,3% de la grasa mientras que los frutales aportan el 35% de la energía, el 14,3% de la proteína y el 10% de la grasa (Figura 1).



**Figura 1. Distribución del aporte de los diferentes cultivos al Suministro Energético (SE), Suministro Proteico (SP) y Suministro Graso (SG) en San José de Cusmapa (Nicaragua).**

Según estos aportes las familias son más dependientes en términos grasos de los granos básicos que en términos proteicos y energéticos, mientras que con los frutales ocurre lo contrario.

### CONCLUSIONES

Las familias campesinas de San José de Cusmapa no cubren adecuadamente sus necesidades alimenticias por lo que tienen que dedicar recursos extras y trabajo para adquirir parte de su dieta, lo que se traduce en una mala calidad de vida. Las familias según estos suministros de energía, proteína y grasa, se ven obligados a buscar financiación para poder cubrir los niveles nutricionales, en especial para llegar al cubrir los mínimos grasos que son los que se sitúan más alejados de los óptimos. Podemos decir que se trata de una agricultura campesina, de subsistencia poco tecnificada y dependiente de otras actividades.

### AGRADECIMIENTOS

A todas las familias de las comunidades que aportaron su saber y su tiempo permitiendo así la realización de este estudio. A los técnicos de INSFOP-UNICAM por su dedicación y ayuda en la toma de datos. A Axel Blas e Iván Martín por iniciar la toma de datos y a Esperanza Arnés por el trabajo conjunto realizado. A mi tutor por darme la oportunidad de realizar este estudio. A todas las personas que han confiado en mí y me han apoyado en esta larga aventura. A la Dirección de Cooperación de la UPM por apoyar el programa Comunidades Rurales del Milenio en Nicaragua y Guatemala.

### BIBLIOGRAFÍA

- FAOSTAT, 2012. Base de datos estadísticos de FAO. Disponible en <http://faostat.fao.org/default.aspx> (Verificado el 15/03/2012)
- INIDE, 2012. Mapa de Incidencia de la pobreza en Nicaragua. Disponible en <http://www.inide.gob.ni/censos2005/CifrasMun/MapPobrezaD.pdf> (Verificado el 16/03/2012)
- SICA, 2007. Caracterización de Seguridad Alimentaria y Nutricional del Municipio de San José de Cusmapa, Departamento de Madriz, Nicaragua.
- PNUD, 2011. Informe sobre Desarrollo Humano. Disponible en: [http://www.pnud.org.ni/files/doc/1320256190\\_IDH%20Mundial%202011\\_Completo.pdf](http://www.pnud.org.ni/files/doc/1320256190_IDH%20Mundial%202011_Completo.pdf) (Verificado el 5/03/2012)
- PRESANCA, FAO, IALSCH, PESA, 2011. Centroamérica en Cifras. Datos de Seguridad Alimentaria Nutricional y Agricultura Familiar. Disponible en [http://www.pesacentroamerica.org/boletin/boletin\\_ca\\_en\\_cifras.htm](http://www.pesacentroamerica.org/boletin/boletin_ca_en_cifras.htm) (Verificado el 16/03/2012)



## “LA TERCERA VÍA DE LA MECANIZACIÓN” EVOLUCIÓN RECIENTE DE LA MECANIZACIÓN AGRARIA

Argüello Revilla, Álvaro; Martínez Ballesteros, Abel; Verdugo Andrés, Antonio

Tutores: Barreiro, Pilar; Moya, Adolfo

Departamento de Ingeniería Rural. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid

Correo electrónico: A.arguello@alumnos.upm.es; Abel.mballesteros@alumnos.upm.es;

A.verdugo@alumnos.upm.es

### RESUMEN

Durante la evolución de la maquinaria se han desarrollado hasta tres estrategias o vías de mecanización bien diferenciadas: desarrollo de maquinaria de gran potencia ( $>110$  kW), pequeños robots autónomos ( $<20$  kW), y parques de máquinas de potencia media (en torno a 60 kW) controladas simultáneamente por un único operador. Todas ellas están encaminadas a la optimización de la producción (mayores capacidades de trabajo y menores costes), en el caso de la segunda y la tercera vía se amplían los criterios de optimización.

Cuando se pretende establecer un procedimiento capaz de un manejo del suelo más *sostenible* sin comprometer la capacidad de trabajo nos encontramos con la denominada *tercera vía* en la que se propone el empleo de flotas de tractores con un único operador capaz de manejar un número limitado de máquinas. Este es el caso del sistema *GUIDE CONNECT* de Fendt, medalla de oro en diversas ferias internacionales durante éste último año.

**Palabras clave:** *sostenible, tercera vía, GUIDE CONNECT*

### INTRODUCCIÓN

Nuestro interés por este tema ha surgido gracias a la reciente adjudicación de la medalla de oro de Agritechnica 2011 al grupo Fendt, que ha desarrollado un sistema de conexión entre tractores llamado *Guide-Connect*, con el cual se consiguen controlar dos tractores en labores de campo utilizando un único conductor. Ésta propuesta se ajusta a los principios establecidos por la tercera vía de la mecanización.

### EVOLUCIÓN DE LA MAQUINARIA: TERCERA VÍA

Una primera etapa de la mecanización fundamentaba su eficiencia en el empleo de máquinas pesadas (de 5 a 7 Mg) que implican grandes capacidades de trabajo mientras que la segunda vía propugna el empleo de pequeños robots autónomos (*Small Smart Machines*) especializados en su labor. La tercera vía pretende por una parte reducir el problema de la compactación debido al tránsito de maquinaria pesada asociado a la primera vía, y por otra extender la capacidad de las máquinas empleadas en la segunda vía, sorteando la limitación al control de la maquinaria mediante sistemas maestro-esclavo en los cuales ésta presenta la supervisión humana *in situ*.

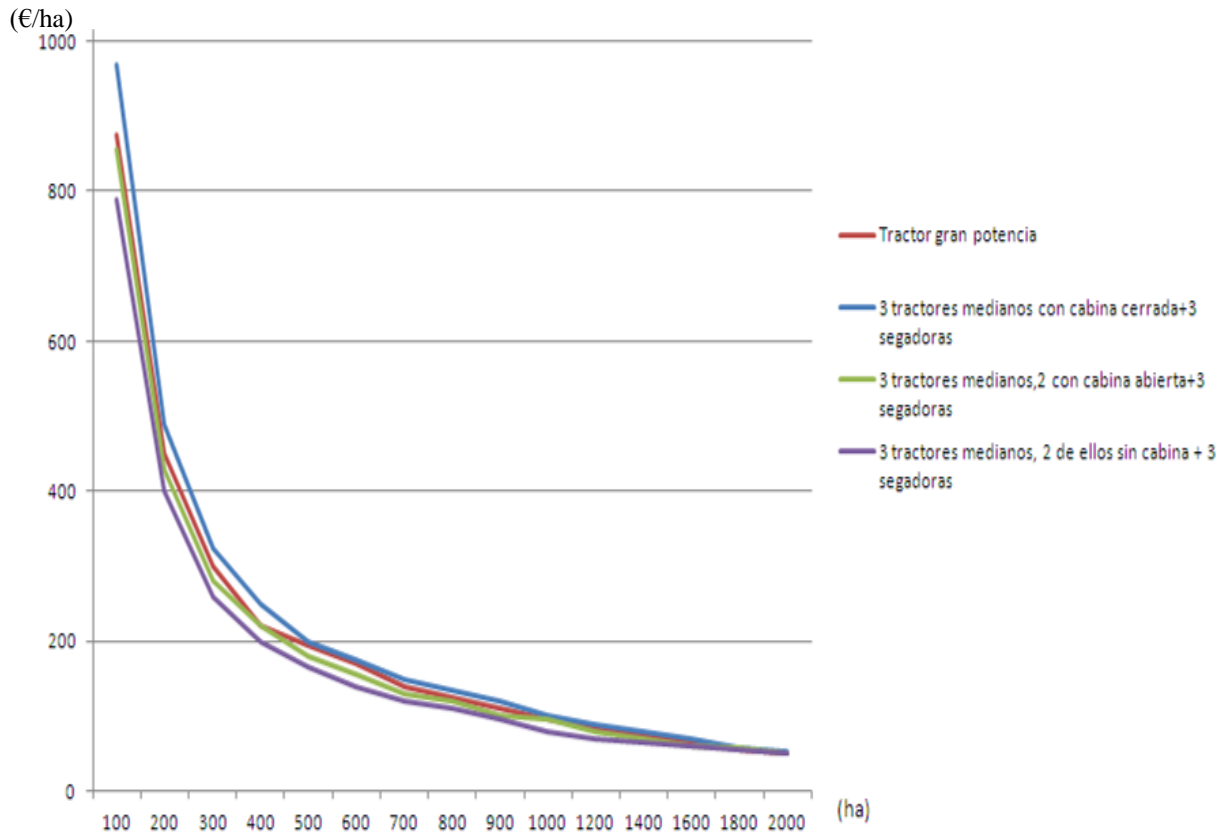
El estudio “*Evolution of agricultural machinery: the third way*” (Berducat et al., 2009), demuestra que la aplicación de ésta vía aún no es económicamente rentable, a no ser que contemos con algún tractor sin cabina, pero con vistas al futuro puede ser una tecnología interesante de desarrollar ya que el paso del tiempo reduce el coste de la tecnología.

El mencionado trabajo compara los costes asociados a la operación mediante un único tractor de gran potencia (200 kW) con su segadora considerando una velocidad media de 12 km/h y un tiempo accesorio de virajes del 5%, con tres tractores de potencia media (60 kW) con sus respectivas tres segadoras supervisados por un único operador a bordo del tractor maestro, considerando la misma velocidad de 12 km/h y un tiempo accesorio de virajes superior, concretamente del 10%. El estudio de costes contempla la posibilidad de que los tres tractores de media potencia sean completos, que dos de los tres estén equipados con cabina abierta y un último caso en el cuál sólo el tractor en el que viaja el operador dispone de cabina. La Figura 1, adaptada del trabajo mencionado, muestra los



gráficos de coste por unidad de superficie para las distintas soluciones propuestas y en función de la superficie total trabajada.

**Figura 1. Evolución del coste por unidad de superficie según la superficie total de trabajo. (Adaptado de Berducat et al., 2009)**



### EL EFECTO DEL PESO DEL TRACTOR SOBRE EL TERRENO

La compactación del terreno es el proceso por el cual se genera una variación de volumen de suelo bajo la acción de fuerzas de compresión (Ortiz-Cañavate et al., 1989). Estas fuerzas pueden ser de origen mecánico debidas al paso de vehículos. Las variaciones en el estado de compactación del suelo son principalmente debidas a los cambios de posición de las partículas del suelo que provocan una reducción en la porosidad y dependen tanto de la carga aplicada como de la superficie de contacto entre el neumático o cadena con el suelo. La Ecuación 1, determinada empíricamente, relaciona la variación de volumen del suelo con la presión hidrostática ejercida mediante compresión uniaxial a la que éste es sometido. En ésta,  $e$  se refiere al índice de huecos en un momento dado,  $e_0$  al índice de huecos inicial,  $\lambda$  es la pendiente de la curva en escala semilogarítmica y  $\sigma_n$  y  $\sigma_0$  se refieren a la presión hidrostática ejercida en un instante y en el momento inicial.

#### Ecuación 1. Relación entre variación de volumen y la compresión

$$e = e_0 - \lambda \log \frac{\sigma_n}{\sigma_0}$$

El tipo y estado del terreno en el que se trabaje resulta también relevante en los efectos de compresión causados sobre este, en el estudio llevado a cabo por Page-Dumroese et al.





En 2005 se determina la compactación en diversos terrenos a lo largo de 5 años de labor. Los resultados correspondientes a esta comunicación se recogen en la Tabla 1.

**Tabla 1. Incremento de la densidad aparente antes y después de realizar la cosecha en un periodo de 5 años y sus consecuencias (adaptado de Page-Dumroese et al, 2005)**

Textura del suelo	Densidad aparente (Mg/m <sup>3</sup> )			Daño en función de la densidad		
	Inicial	Final	Incremento (%)	Nulo	Moderado	Peligroso
Arenoso	1.35	1.60	16	1.12	1.28	1.34
Arcilloso	1.05	1.29	20	1.10	1.18	1.27
Limoso	0.95	1.4	33	1.31	1.41	1.42
Franco	0.72	0.96	25	0.6	0.72	0.83

### INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

Actualmente, la aplicación de maquinaria completamente autónoma está penalizada por la ley, ya que ésta no permite el uso de maquinaria no tripulada y no supervisada por una persona debido al riesgo de accidentes que comporta. Por esta causa, los investigadores están negociando con el gobierno de Japón el llevar a cabo ensayos con esta tecnología en la zona del desastre de Fukushima, donde debido a la fuga radiactiva en una central nuclear, se ha determinado una amplia zona de exclusión a personas. Tras el accidente, más de 59.000 acres (24000 ha) de terreno cultivable están dañados. El gobierno ha cedido alrededor de 600 acres (242 ha) para realizar las pruebas, destinando para ello 52 millones de dólares en ayudas para los próximos seis años. Existen varias empresas dispuestas a contribuir económicamente incrementando la inversión hasta los 130 millones de dólares (*"Japan's Robot Farmers Could Save the Tsunami Disaster Zone"*). Estos robots, no sólo limpiarán el terreno sino que cultivarán distintos cultivos en la zona tales como arroz, trigo, guisantes, frutas y verduras.

### GUIDE CONNECT: PIONEROS EN EL SECTOR

La empresa *Fendt* fue galardonada con una de las medallas de oro de *Agritechnica* gracias al desarrollo del sistema *Guide-Connect* basándose en: un sistema de dos emisores/receptores que se encuentra en cada vehículo y se envían continuamente señales georreferenciadas entre ellos para mantener su compenetración. También se les puede programar previamente una ruta predeterminada para salvar obstáculos en su camino (postes de luz, afloramientos rocosos, arboles...). Esta tecnología cuenta con un sistema de seguridad que permite detener al vehículo guiado en caso de perder el contacto con el tractor maestro o alejarse demasiado de él. Además, el sistema posee varias posibilidades de soslayar obstáculos que no estén programados en el mapa de navegación a través de unos botones auxiliares en el panel de control del tractor maestro tripulado.

**Figura 2. Funcionamiento del sistema *Guide-Connect***





Este sistema es sólo el primer paso en el desarrollo de la tercera vía, el fin último es tener un sistema automatizado con varias máquinas que realicen distintas labores y estén supervisadas por un único operador.

## CONCLUSIONES

De la realización de éste trabajo, se extrae la idea de que puede ser una herramienta con gran utilidad a largo plazo ya que actualmente es una tecnología muy joven y poco conocida, que requiere una gran inversión, y que puede dar lugar al rechazo de los agricultores más veteranos.

El coste unitario del uso de tres tractores, dos de ellos sin cabina es siempre menor que el empleo de un solo tractor de gran potencia. El gran inconveniente de éste supuesto es la restricción que existe para los tractores sin cabina para utilizarse de manera independiente por un operador debido al incumplimiento de las normas de seguridad y protección. En la comparación del tractor de gran potencia con los tractores de cabina abierta se observan unos costes similares por lo que la elección del sistema a emplear recae en el agricultor. Ningún tamaño de explotación justifica el uso de tres tractores con todas sus prestaciones respecto al tractor de gran potencia.

A día de hoy vemos una alternativa económicamente más favorable consistente en el empleo de elementos de tracción que reduzcan la presión ejercida sobre el terreno (ruedas gemelares, neumáticos de baja presión, orugas...). Con ello se consigue una buena distribución de pesos a lo largo del terreno que reduce significativamente la compactación del suelo, que creemos que es la esencia del empleo del sistema *Guide-Connect*.

A pesar de ello, la medida tomada por el gobierno japonés de utilizar las zonas afectadas por la catástrofe de Fukushima para investigar y desarrollar la utilización de robots autómatas agrícolas con vistas a la automatización del campo nos ha parecido una idea realmente innovadora que puede ayudar a una reducción de los precios de esta tecnología para hacerla más accesible para el agricultor.

## BIBLIOGRAFÍA

- Bakken, A.K., Brandsæter, L.O., Eltun, R., Hansen, S., Mangerud, K., Pommeresche, R., Riley, H. (2009): Effect of tractor weight, depth of ploughing and wheel placement during ploughing in an organic cereal rotation on contrasting soils. *Soil Till.*
- Berducat M., Debian C., Lenain R., Cariou C. Evolution of agricultural machinery: the third way. *Proceedings of International conference "JIAC2009"*, Wageningen, Netherlands, 2009, pp. 43.
- [http://www.agritechnica.com/1144.html?&no\\_cache=1&sword\\_list%5B%5D=connect](http://www.agritechnica.com/1144.html?&no_cache=1&sword_list%5B%5D=connect) Página consultada el 20 de Diciembre de 2011.
- <http://www.innovationnewsdaily.com/771-japan-robot-farm-tsunami-disaster-zone.html> Página consultada el 14 de Enero de 2012
- <http://www.telegraph.co.uk/technology/news/8996505/Japan-to-open-robot-farm-in-tsunami-disaster-zone.html> Página consultada el 14 de Enero de 2012
- Ortiz-Cañavate J., Hernanz J.L., (1988): *Técnica de la mecanización agraria*, Ediciones Mundi-prensa, Madrid, España.
- Page-Dumroese et al., 2005 D., Jurgensen, M., Tiarks, A., Sanchez, F., Fleming, R., Kranabetter, M., Powers, R., Ponder, F., Stone, D., Elioff, J., Scott, A., 2005. Soil physical property changes on the North American long-term soil productivity (LTSP) study sites: 1 and 5 years after treatment. *Can. J. For. Res.*, submitted for publication.



## CARACTERIZACIÓN ECONÓMICA-FINANCIERA DE LAS EMPRESAS DEL SECTOR DE LA ACUICULTURA Y PESCA EN LOS PAÍSES MEDITERRÁNEOS DE LA UNIÓN EUROPEA

García de Jalón, Silvestre; Rabah, Tamara

Tutor: Alarcón, Silverio

*Departamento de Economía Agraria E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid*

*Correo electrónico: silvestremani@hotmail.com*

### RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo estudiar la situación financiera actual y la evolución de las empresas en las pesquerías y la acuicultura en los países mediterráneos de la Unión Europea. Se ha llevado a cabo una caracterización financiera de las empresas de acuicultura en España, Francia e Italia, estudiándose su evolución desde 2000 hasta 2009. El estudio se ha realizado a través de las bases de datos BACH (Banco de las cuentas de empresas armonizadas) y de la FAO STAT. El trabajo estudia la relación entre el tamaño de las empresas, su valor añadido y la productividad. Además analiza la estructura del activo, del pasivo y la cuenta de pérdidas y ganancias y finalmente se identifican los problemas a los que las empresas del sector de la acuicultura de cada país se enfrentan.

**Palabras clave:** *rentabilidad financiera, endeudamiento, acuicultura*

### INTRODUCCIÓN

En la Unión Europea, el sector de la pesca y la acuicultura está representado por empresas de todos los tamaños, desde empresas familiares y tradicionales a las grandes multinacionales de la pesca marina. Sin embargo, el 90% de las empresas son pequeñas empresas y se encuentran dispersas geográficamente. En 1997, la producción acuícola total en la UE era de alrededor de 1,7 millones de toneladas, por valor de 3,8 millones de dólares que representaron el 4,6% de la producción acuícola del mundo. Los países líderes en la producción acuícola en Europa son Noruega, Francia, España e Italia, lo que representa el 67% de toda la producción en Europa (Comisión Europea 2011).

Este trabajo tiene como objetivo estudiar la situación financiera actual y la evolución de las empresas en las pesquerías y la acuicultura en los países mediterráneos de la Unión Europea. Este análisis resulta muy importante para identificar la situación financiera del sector, sus debilidades y fortalezas, y las estrategias correctas para resolver los problemas que enfrentan estas empresas.

De los datos de BACH y de FAO STAT se analizaron el número de empresas, el tamaño de las empresas, la productividad, el valor añadido de las empresas, el balance y la cuenta de resultados desde 2000 hasta 2009. En este análisis nos encontramos con empresas de pequeño tamaño, aquellas que tienen una facturación inferior a 10 millones de euros y empresas medianas que facturan entre 10 y 50 millones de euros.

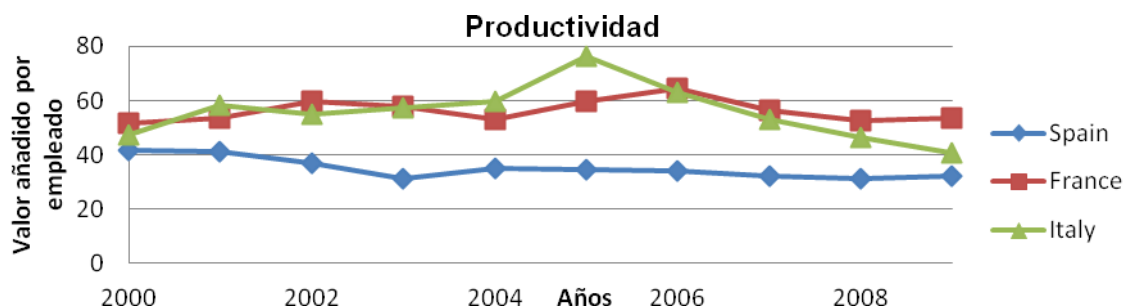
### EL TAMAÑO Y LA PRODUCTIVIDAD DE LAS EMPRESAS DEL SECTOR

En el sector de la pesca y la acuicultura en Francia, Italia y España no existen grandes empresas (con una facturación de más de 50 millones de €). Italia cuenta con las empresas de mayor tamaño, seguido por Francia y luego España con respecto al número de empleados y el valor añadido por empresa. La productividad de las empresas francesas (ver Figura 1) es la más alta, seguida por Italia y España. Francia e Italia han mantenido más o menos el mismo número de empresas. En lo que respecta al valor añadido total, Francia es líder seguido de España, luego Italia.



El tamaño medio de las empresas en Italia es mayor que en Francia y en España. El número medio de empleados en Italia en el año 2009 es de 35 empleados y el valor añadido medio por empresa fue de alrededor de 1,4 millones de € en 2009. Mientras que en Francia, el número medio era de 18 empleados y el valor añadido medio por empresa fue de 900.000 € en 2009 frente a 9 empleados y 300.000 € en España, respectivamente.

**Figura 1. Valor añadido medio por empleado para empresas de todos los tamaños. Elaboración propia a partir de datos de BACH**

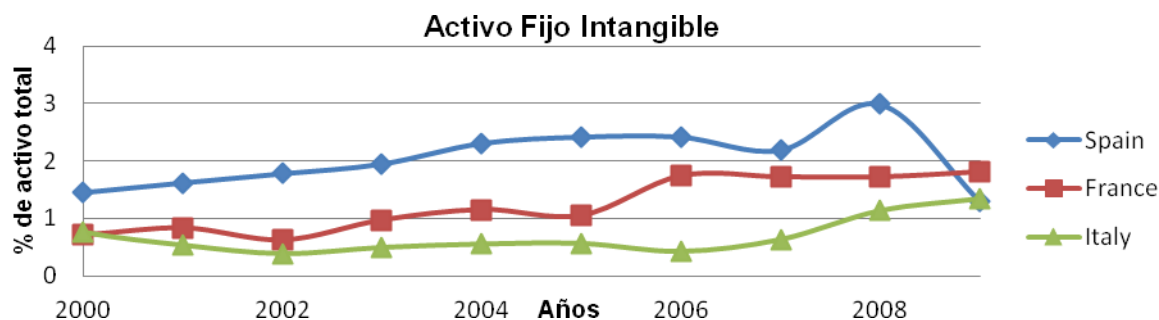


El valor añadido medio por empleado refleja que la productividad media más alta es en Francia mientras que la más baja es en España. Italia experimentó un descenso del 43% de la productividad entre 2005 y 2009. En 2009 la productividad española representó alrededor del 60% de la productividad francesa.

### LA ESTRUCTURA DEL ACTIVO

Con el fin de estudiar la estructura de los activos, se analizaron los activos fijos intangibles. La Figura 2 muestra como los activos fijos intangibles en España han aumentado gradualmente desde el año 2000, desde un 1,4% del total de activos para alcanzar su máximo nivel del 3% en 2008. Sin embargo, a continuación este nivel máximo disminuye drásticamente en 2009 hasta representar el 1,2% del total de activos.

**Figura 2. Porcentaje del activo fijo intangible respecto al valor total añadido de las empresas del sector. Elaboración propia a partir de datos de BACH**



Esta podría ser debido a la crisis financiera española y la disminución de la inversión. Sin embargo, en Francia, el porcentaje de activos fijos intangibles ha aumentado a lo largo de los años desde un 0,9% en 1997 hasta un 1,8% del total de activos en 2009. En Italia, después de una ligera tendencia a la disminución de sus activos fijos intangibles, en 2006 empieza a aumentar hasta un 1,35% en 2009. El aumento en el activo fijo intangible representa un aumento de la investigación y la innovación lo que proporciona resultados positivos para la productividad y el desarrollo de la empresa en general y en su rendimiento. Es fundamental tener en cuenta que en esta comparación, se están considerando empresas de todos los tamaños. En este sentido, en Italia y Francia existen empresas de pequeño y mediano tamaño, mientras que en España



solamente existen empresas de pequeño tamaño. Comparando el tamaño de los activos intangibles entre empresas pequeñas y medianas en Italia y Francia, se puede notar claramente que a medida que aumenta el tamaño de las empresas, la proporción de los activos intangibles también aumenta. Por ejemplo, las empresas de tamaño pequeño en Francia e Italia tienen una relación de activos fijos intangibles del 0,7% y 0,5% y las empresas de tamaño medio tienen una proporción de 1,1% y 0,8%, en 2009, respectivamente. Ese es el resultado de la capacidad de las grandes empresas para invertir más dinero en investigación y desarrollo.

### LA ESTRUCTURA DEL PASIVO

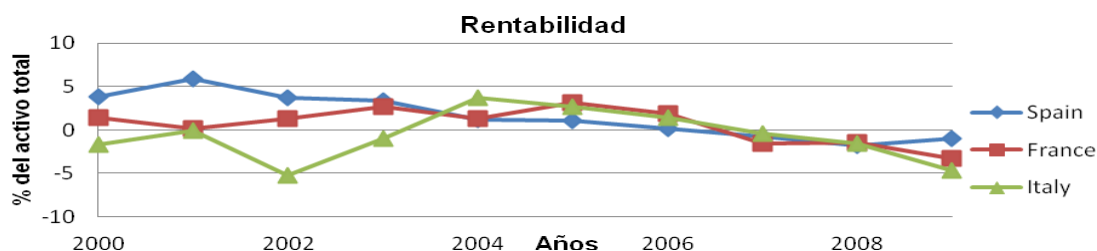
En esta sección se analiza la situación financiera actual de los países seleccionados mediante el estudio de los pasivos a corto y largo plazo, el ratio de estructura del propio, el porcentaje de endeudamiento y el ratio de rentabilidad media.

Los Pasivos de corto plazo o pasivos corrientes son deudas que se pagarán en un plazo inferior a un año. Las empresas de acuicultura italianas tienen la mayor proporción de pasivos a corto plazo en comparación con el pasivo total y se han mantenido estables entre los años 2000 y 2009. Después le siguen las empresas españolas donde los pasivos a corto plazo también se han estabilizado entre un 29% desde 2000 hasta 2009. Las empresas francesas también han mantenido estable un ratio de pasivo a corto plazo alrededor del 22% a lo largo de este período de años. Sin embargo, Francia tiene la mayor proporción de pasivos a largo plazo la cual se redujo del 47 a 43% desde 2000 hasta 2009, seguido por las empresas españolas, cuya proporción ha aumentado del 18 al 23%. Italia presenta la proporción de pasivos a largo plazo más baja la cual se ha reducido desde el 10 al 17% desde 2000 hasta 2009. Normalmente, los pasivos a largo plazo o pasivos no corrientes representan la deuda bancaria y los tenedores de bonos que la empresa tiene que pagar en más de un año.

El ratio de estructura del propio (REP) es un indicador de la cantidad de los ahorros no-demandados y otros fondos propiedad de la empresa por unidad de capital aportado por los socios, por lo que cuanto mayor sea el valor, mejor para la empresa, y por lo general estas esperarán incrementar el REP a lo largo del tiempo. El REP se calcula dividiendo el capital social entre el capital suscrito por los 3 países a lo largo de los años. Las empresas de acuicultura españolas experimentaron un gran aumento en este ratio desde 3,2 en el año 2000 hasta 5,6 en 2009, mientras que las empresas italianas y francesas se aumentaron desde 2 a 3,7 y de 1,6 en 2,2 desde 2000 hasta 2009 respectivamente. Cuando comparamos el REP con el tamaño de las empresas en Italia y Francia, vemos que las empresas pequeñas tienen valores más bajos (1,2 y 0,9) mientras que las empresas de tamaño medio tienen una mayor proporción (2,5 y 1,3) en el año 2009, respectivamente.

El ratio de rentabilidad media el cual se ha calculado como los beneficios sobre los activos totales, es negativo para el total de empresas en los tres países, sin embargo la rentabilidad de las empresas en España en 2009 es mayor que Francia e Italia (véase Figura 3).

**Figura 3 Porcentaje de la rentabilidad de las empresas sobre el valor del activo total. Elaboración propia a partir de datos de BACH**





Las empresas españolas han experimentado una disminución constante de su rentabilidad en los últimos años, pasando del 3,9% en el año 2000 hasta el -0,4% en 2009. Francia ha experimentado altibajos en su rentabilidad, pero ha disminuido del 1% en el año 2000 hasta el -3,7% en 2009. Italia también ha experimentado un fuerte descenso, con su valor de rentabilidad más bajo en 2002 (-5,5%), valor que posteriormente ha aumentado bruscamente en 2004 y ha vuelto a bajar nuevamente a -5% en 2009. La diferencia entre las relaciones de las empresas pequeñas y medianas es también notable, con un índice promedio de mayor rentabilidad en las empresas de tamaño medio.

### CONCLUSIONES

Italia cuenta con las empresas de mayor tamaño, sin embargo, Francia tiene el mayor número de empresas. El sector español está compuesto únicamente por un escaso número de empresas de pequeño tamaño. En cuanto a la productividad y el valor añadido medio, las empresas francesas totales tienen los valores más altos, mientras que las empresas españolas presentan los mayores ratios de rentabilidad.

La relación productividad / empleado aumenta a medida que aumenta el tamaño de la empresa. A pesar de que las empresas españolas son empresas de pequeño tamaño, su rentabilidad media es la más alta. Sin embargo, cuando sólo se comparan los tamaños de las empresas italianas y francesas, se puede encontrar una relación positiva entre el tamaño de la empresa y su rentabilidad.

La relación entre el inmovilizado intangible y el tamaño de las empresas es positiva. Por lo tanto, las empresas más grandes tienen mayor capacidad de inversión en investigación y desarrollo por lo que tienen una posición competitivamente más fuerte.

Las empresas de menor tamaño se enfrentan a grandes deudas a corto plazo mientras que las empresas medianas se enfrentan a grandes deudas a largo plazo. Esto se debe a que las empresas de mayor tamaño tienen mayor capacidad para acceder a créditos de instituciones financieras, mientras que las empresas más pequeñas, debido a que no tienen títulos financieros, están obligadas a obtener créditos en otros lugares a un costo e interés mayores.

### BIBLIOGRAFÍA

- Alarcón, S., Alonso, R. 2008. . En: Cultura, Inovação e Território: O Agroalimentar e o Rural (Moreno L., Sánchez M., Orlando S., coord.). Editorial: Sociedade Portuguesa de Estudos Rurais (SPER). pp. 275-285.
- Alonso, R. y Serrano, A. 2008. Economía de la empresa agroalimentaria. Mundi-prensa. Capítulo 3. Análisis financiero de balances. 393 pp.
- European Commission 2011. BACH. Guide for database users. General direction of Financial and Economical Data: <http://www.bachesd.banque-france.fr/?page=bach>. Fecha de consulta Noviembre 2011.
- SeafoodSource.com 2011: <http://www.seafoodsource.com/newsarticledetail.aspx?id=2760>. Fecha de consulta Noviembre 2011.
- Varadi, L., Szucs, I., Pekar, F., Blokhin, S. & Csavas, I. 2001. En: Aquaculture in the Third Millennium. Technical Proceedings of the Conference on Aquaculture in the Third Millennium, Bangkok, Thailand. R.P. Subasinghe, P. Bueno, M.J. Phillips, C. Hough, S.E. McGladdery & J.R. Arthur, eds. pp. 397-416. NACA, Bangkok and FAO, Rome.



## EFFECTO DE LA ESTIRPE Y DEL TRATAMIENTO DE MUDA EN LA INTERRUPCION DE LA PUESTA

González Aliseda, Bernardo

Tutores: Callejo Ramos, Antonio., Nicodemus Martín, Nuria

Dpto. de Producción Animal. Universidad Politécnica de Madrid. España

Correo electrónico: *bg\_aliseda@hotmail.com*

### RESUMEN

La inducción de la muda en gallinas ponedoras mediante la supresión del alimento sólido está prohibida. Por ello, es necesario estudiar sistemas alternativos que, logrando los mismos efectos, no causen en el ave una sensación de hambre o estrés que perjudique significativamente su bienestar. El objetivo es conseguir que la gallina tenga una adecuada pérdida de peso vivo para que la puesta cese rápidamente, su tracto reproductor se “rejuvenezca”, y la producción de huevos se restablezca lo más rápida y satisfactoriamente posible. En este trabajo se han utilizado 216 gallinas de una estirpe ligera (Hy-Line) y otras 216 gallinas semipesadas (Lohmann Brown), induciéndoles la muda con 3 alimentos diferentes: salvado de trigo, cebada y un pienso comercial suministrado en cantidad restringida. Las gallinas se alojaron en grupos de 4 aves por jaula, con 18 réplicas por estirpe y 12 por alimento. El salvado y cebada causaron el cese de la puesta más rápidamente (días 7 y 9 desde el inicio de la muda; respectivamente) que el pienso restringido (día 14) ( $P < 0,001$ ). La mortalidad fue nula durante la muda y sólo en el segundo ciclo de puesta la estirpe tuvo un efecto significativo sobre este parámetro (19,04% en ligeras vs 5,09 en semipesadas;  $P < 0,001$ ).

**Palabras clave:** *alimento, muda, estirpe*

### INTRODUCCIÓN

La inducción de la muda en ponedoras comerciales es una práctica habitual haciendo posible la prolongación de la vida productiva de la gallina hasta, aproximadamente, las 110 semanas de edad (Bell 2003). La muda supone una renovación del plumaje y el “rejuvenecimiento” de los órganos reproductivos. Las gallinas vuelven a alcanzar niveles de producción y de calidad de huevo similares a los de gallinas jóvenes.

La pérdida de peso corporal que se debe producir durante el período de inducción de la muda es consecuencia de la involución del ovario y del oviducto, así como de la movilización del tejido lipídico y proteico (Berry and Brake, 1985).

El objetivo de este trabajo es analizar la rapidez con que las gallinas pierden peso e interrumpen su puesta en función del alimento utilizado para inducir la muda y de la estirpe, así como la duración de la interrupción de la producción y la recuperación de ésta, a lo largo de un período de 5 semanas desde el inicio del tratamiento.

### MATERIAL Y MÉTODOS.

Para esta prueba se han utilizado 216 gallinas ligeras (Hy-Line) y 216 gallinas semipesadas (Lohmann Brown), alojadas en grupos de 4 aves por jaula. Cada estirpe se ubicó en 2 filas de 27 jaulas por fila, configurándose bloques (réplicas) de 3 jaulas (12 ponedoras), cada uno de los cuales recibió uno de los 3 alimentos experimentales como inductores de la muda: salvado de trigo, cebada y pienso restringido. Los bloques se distribuyeron al azar, de forma que el diseño experimental correspondió a un modelo factorial  $2 \times 3$ , con 18 bloques por estirpe y 12 por tratamiento. Todas las gallinas tenían 68 semanas de edad y la muda se indujo tras un primer ciclo de puesta de 53 semanas de duración.

Para inducir la muda, la iluminación se redujo de 16 a 9 horas/día. La primera semana se suministraron la cebada y el salvado *ad libitum* y el pienso de ponedoras restringido a 60 g/ave y día. La segunda semana, el suministro de cebada y salvado no varió pero el de pienso descendió a 45 g/ave y día. A partir de la tercera semana (días 15-21), todas las



aves consumieron el pienso a razón de 60 g/ave y día. En la cuarta semana, el consumo se incrementó a 90 g/ave y día y por último, a partir del día 30, el suministro de pienso fue *ad libitum*. En la Tabla 1 se muestra la composición química de los alimentos utilizados para inducir la muda.

**Tabla 1. Composición química de los alimentos utilizados para inducir la muda**

Composición Química (% Materia Seca)	Salvado de trigo	Cebada	Pienso
Proteína Bruta (PB)	17,3	12,2	17,3
Fibra Neutro Detergente (FND)	38,9	18,0	12,5
Energía Bruta (Kcal/kgMS)	4.624	4.422	3.971
Ca <sup>1</sup>	0,13	0,07	0,39
Energía Metabolizable <sup>1</sup> (kcal/kg MS)	2.193	3.315	3.045

<sup>1</sup>La composición del salvado y la cebada se estimó de acuerdo a las Tablas FEDNA (2010). La del pienso se estimó a partir de los datos aportados por el fabricante.

La puesta se controló diariamente, recogiendo los huevos puestos por cada bloque de 12 animales. Las gallinas fueron pesados los días 1, 7, 10, 15 y 30 de forma que se calculó la pérdida o ganancia de peso entre los días 1 y 7, 7 y 10, 10 y 15, 1 y 15, y 15 y 30 tras el inicio de dicho tratamiento. El pienso se suministró de forma que fue posible calcular el consumo por ave y día a lo largo de cada semana del período experimental.

Los análisis estadísticos se realizaron con el paquete estadístico SAS (Statistical Systems Institute Inc., Cary, NC, 1999). Los resultados obtenidos de intensidad de puesta, de consumo, de peso vivo y de porcentajes de pérdida o ganancia de peso se analizaron con una estructura factorial mediante un análisis de medidas repetidas utilizando el procedimiento MIXED del SAS (Littell et al., 1996), siendo el período de 1 día la unidad temporal repetida a lo largo del tiempo, en el caso de los datos de intensidad de puesta, y de periodos agrupados de 5 a 6 días, en el resto de las variables. Se incluyeron en el modelo, como efectos principales, la estirpe, el tipo de alimento, los días de muda y sus interacciones.

En todas las variables estudiadas se utilizó un test LSD protegido para la comparación de medias, y las diferencias fueron consideradas significativas cuando  $P < 0,05$ .

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La estirpe de las gallinas y el tratamiento suministrado influyeron sobre la producción media en el periodo de muda estudiado, 30 días, siendo el índice de puesta (IP) un 48,7% mayor en las estirpes semipesadas que en las ligeras, y un 48,5% superior en las gallinas que consumieron pienso con respecto a la media de los otros dos tratamientos (Tabla 2). No se encontraron diferencias sobre el consumo de alimento en función de la estirpe o del tipo de tratamiento.

**Tabla 2. Influencia de la estirpe y alimento en el índice de puesta (%) y el consumo (g/día).**

Estirpe	n	IP (%)	Consumo (g/día)	Tratamiento	n	IP (%)	Consumo (g/día)
Ligera	18	18,9	80,7	Cebada	12	21,2 <sup>b</sup>	81,9
				Pienso	12	30,0 <sup>a</sup>	80,3
Semipesada	18	28,1	81,7	Salvado	12	19,2 <sup>b</sup>	81,4
EEM		2,68	0,90	EEM		3,29	1,1
P		<0,001	0,21	P		<0,001	0,20

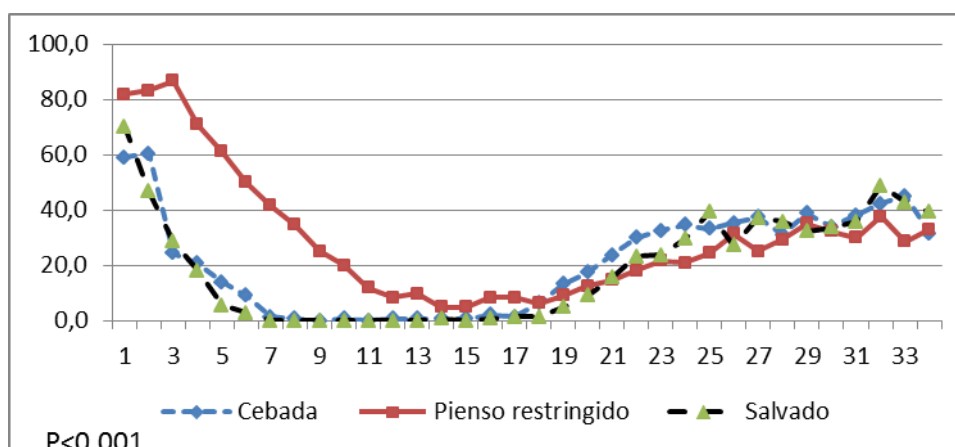
IP: índice de puesta, sobre gallinas presentes; EEM: Error estándar medio; P: valor del estadístico calculado





La respuesta de las gallinas a lo largo del periodo de muda, según el alimento utilizado para provocarla, se muestra en la Figura 1, en la que se puede observar cómo la cebada y el salvado provocaron el cese de la puesta (< 2%) de forma relativamente rápida, el día 7 tras el inicio del proceso, manteniendo esta interrupción durante 10 días. Incluso el salvado logró cesar la producción un día antes y prolongarla un día más, con relación a la cebada. El pienso comercial, suministrado en cantidad restringida, no consiguió interrumpir la puesta completamente (4,86%) y este nivel mínimo no se consiguió hasta el día 14 desde el comienzo del tratamiento. El nivel de energía de la dieta parece ser un importante factor causante del cese de la puesta. Gallinas alimentadas con tercerillas de trigo y con gluten-meal tuvieron consumos muy bajos durante la primera semana, seguida de un consumo duplicado (Biggs et al., 2004), resultados que fueron comparables a los obtenidos en nuestro trabajo con el salvado. También el bajo nivel proteico de la cebada parece ser efectivo en la reducción voluntaria del consumo, del mismo modo que encontramos en trabajos realizados con maíz (Biggs et al., 2004) o con cebada (Petek y Alpaya, 2008).

**Figura 1. Evolución del índice de puesta (%) durante los 34 días de la muda, según el alimento empleado para inducirla.**



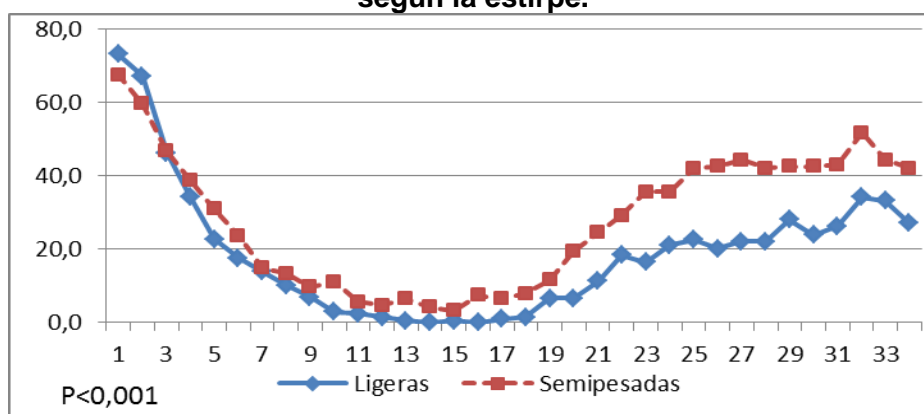
Cuando se estudió la evolución de la puesta de cada una de las estirpes durante el periodo de muda se observó que las gallinas ligeras respondían antes que las semipesadas a la inducción de la muda, y que su nivel de producción, además de ser menores, se prolongó a niveles más bajos durante más tiempo. En la estirpe ligera se logró el cese completo de la puesta (<2%) el día 12 tras el inicio del tratamiento, prolongándose esta puesta nula hasta el día 18. En la estirpe semipesada, el nivel más bajo de producción llegó hasta el 3,24%, el día 15 (Figura 2).

Al contrario que Hurwitz et al., (1998), nuestros resultados sí que muestran diferencias de respuesta entre estirpes a la inducción de la muda, probablemente por haber utilizado 2 estirpes con diferencias de peso importantes. Ovejero (1991) concluye que la estirpe ligera responde mejor al tratamiento de inducción de muda que la semipesada, a pesar de que la aptitud de ambos tipos de ponedoras para la puesta de huevos se ha ido igualando a lo largo de los últimos 20 años.

Se observó una interacción entre la estirpe y el tipo de pienso ( $P=0,074$ ) sobre la intensidad de puesta debido a que en las gallinas ligeras, la restricción de pienso fue el método menos eficiente en lograr que las ponedoras interrumpieran la puesta (IP: 24,3%), no encontrándose diferencias entre el salvado y la cebada (IP: 16,5 y 15,8 %, respectivamente), mientras que en las gallinas semipesadas, el pienso también fue el tratamiento menos eficiente (IP: 35,8%) en provocar la muda, pero el salvado y la cebada se comportaron de manera distinta, siendo en estas ponedoras el salvado más efectivo que la cebada (IP: 22,6% vs. 26,0%).



**Figura 2. Evolución en el índice de puesta (%) durante los 34 días de la muda, según la estirpe.**



La pérdida de peso durante los 15 días que duró el periodo de muda fue mayor ( $P=0,0084$ ) en las gallinas ligeras (20,3%) que en las semipesadas (18,8%). El tratamiento de muda que provocó la mayor pérdida de peso ( $P<0,001$ ) en las gallinas fue el salvado (22,4%), luego el pienso (18,8%) y por último la cebada (17,4%). Los porcentajes de pérdida de peso alcanzados, bien considerando la estirpe, bien considerando el tratamiento, fueron inferiores a los recomendados por Baker et al. (1983) o por Gordon et al. (2009).

### CONCLUSIONES

Alimentos simples, como el salvado y la cebada, con niveles deficitarios de energía o de proteína, constituyen alternativas válidas para la inducción de la muda, logrando rápidas interrupciones de la puesta y un tiempo de reposo suficiente.

No es necesario alcanzar altos porcentajes de pérdida de peso vivo para conseguir la interrupción de la producción y un tiempo de reposo suficiente, lo que redundaría en un mejor bienestar del animal.

El suministro *ad libitum* de alimentos simples o de piensos con bajo nivel de energía y/o proteína, mediante la incorporación a los mismos de ingredientes fibrosos, se muestra como la alternativa más razonable para la inducción de la muda.

La mortalidad fue nula durante la muda y sólo en el segundo ciclo de puesta la estirpe tuvo un efecto significativo sobre este parámetro (19,04% en ligeras vs 5,09 en semipesadas;  $P<0,001$ ).

### AGRADECIMIENTOS

A mis tutores Antonio Callejo Ramos y Nuria Nicodemus Martín y a los técnicos Kiko Pérez y David García, por su ayuda y enseñanzas. A la Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA) por la beca que me concedió para la realización del trabajo.

### BIBLIOGRAFIA

- Baker, M., J. Brake, y G.R. McDaniel. 1983. Poult. Sci. 62:409-413.  
Bell, D. 2003. Poult. Sci. 82(5): 965-970.  
Berry, W., y J. Brake. 1985. Poult. Sci. 64: 2027-2037.  
Biggs, P.E., Persia, M.E., Koelkebeck, K.W., Parsons, C.M. 2004. Poult. Sci. 83: 745-752.  
FEDNA. 2010. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal, Madrid, España.  
Hurwitz, S., E. Wax, Y. Nisenbaum, M. Ben-Moshe, y I. Plavnik. 1998. Poult. Sci. 77: 22-31.  
Littell, R.C., Milliken G.A., Stroup W.W., Wolfinger R.D. 1996. Cary, NC. SAS Institute Inc.  
Ovejero, I. 1991. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid.



## DESARROLLO DE RUTINAS PARA ANÁLISIS AUTOMATIZADO DE TOMOGRAFÍA NO DESTRUCTIVA DE RESONANCIA MAGNÉTICA EN ESPUMAS Y GELES

Campos, Noelia; Melado, Ángela; Rivas, Eva M<sup>a</sup>

Tutores: Correa-Hernando, Eva; de Silóniz, María Isabel

Departamento de Ciencia y Tecnología Aplicadas a la Ingeniería Técnica Agrícola. Universidad Politécnica de Madrid.

Departamento de Microbiología. Facultad de Biología. Universidad Complutense de Madrid.

Correo electrónico: noelia.campos.fernandez@alumnos.upm.es; angela.melado@upm.es; e.rivas@bio.ucm.es.

### RESUMEN

La microestructura (en el rango 0.1–100  $\mu\text{m}$ ) tiene un importante impacto en el procesado y propiedades físico-químicas y organolépticas de los alimentos, tal y como se refleja en la propuesta del proyecto europeo INSIDEFOOD (*Integrated sensing and imaging devices for designing, monitoring and controlling microstructure of foods*) que utiliza matrices alimentarias artificiales a base de geles y espumas como modelos estandarizados para el estudio de la microestructura. Concretamente se ha trabajado con espumas y geles azucarados (a base de fructosa), espumas no azucaradas (0% fructosa, a base de agarosa), como símiles de alimentos de elevada porosidad y geles de gelatina comúnmente utilizados como símiles de productos cárnicos. El objetivo de este trabajo es el estudio no invasivo de la microestructura de estos geles y espumas mediante Resonancia Magnética Nuclear (NMR): tanto tomografía (MRI), como relaxometría 2D, así como la implementación de herramientas de análisis de imagen, empleando el entorno de Matlab®: segmentación, filtros morfológicos y análisis de textura. Este procedimiento permite evaluar la distribución y disponibilidad del agua, así como distribución y tamaño de poros, entre otros parámetros de interés.

**Palabras clave:** *microestructura, distribución del agua, porosidad*

### INTRODUCCIÓN

La mayoría de las propiedades macroscópicas de los alimentos dependen de sus características microestructurales. Ramírez *et al.* (2009) indican que, entre otras, propiedades reológicas como viscosidad o elasticidad, propiedades texturales como crujiente, firmeza o jugosidad, propiedades como densidad, estabilidad de una emulsión, la distribución y transporte de agua así como la difusión de gases en un alimento están relacionadas con su microestructura. Las propiedades físico-químicas y organolépticas dependen en gran medida de la distribución a nivel microscópico de gases y agua, y de su conectividad y su movilidad a través de los poros (Hills *et al.*, 1996; Vittadini *et al.*, 2005).

La caracterización microestructural de un alimento mediante técnicas no invasivas puede llevarse a cabo por: tomografía o (micro) imagen de resonancia magnética (MRI) y micro-tomografía computerizada ( $\mu\text{CT}$ ) de rayos X, y espectroscopía de resonancia magnética nuclear (NMR) combinada con la aplicación de métodos de difusión y relaxometría multidimensional. La  $\mu\text{CT}$  de rayos X proporciona imágenes en 2D y 3D de la estructura interna de los objetos con alta resolución y sin la necesidad del pretratamiento o acondicionamiento previo de la muestra, sin embargo la dificultad de aplicarla en alimentos de alta densidad, alto contenido en agua y pequeñas diferencias en los coeficientes de atenuación entre fases (lo que disminuye el contraste de la imagen y por tanto la resolución) hace que en estos casos sea imprescindible recurrir a las técnicas de resonancia magnética para la caracterización microestructural de los alimentos.



Este trabajo se enmarca en el desarrollo del proyecto europeo INSIDEFOOD (*Integrated sensing and imaging devices for designing, monitoring and controlling microstructure of foods*) que utiliza matrices alimentarias artificiales a base de geles y espumas como modelos estandarizados para el estudio de la microestructura. El objetivo que se plantea es el estudio no invasivo de la microestructura de estos modelos mediante tomografía (MRI) y relaxometría 2D, así como la implementación de herramientas de análisis de imagen.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Para llevar a cabo el experimento se ha utilizado un modelo reológico tipo espuma con alto contenido en agua y elevada porosidad. Se han utilizado dos formulaciones para la obtención por un lado de una espuma “azucarada” (135 g fructosa, 45 g dextrosa, 2.8 g agar-agar, 1.4 g albúmina y 140 ml agua destilada), y por otro de una espuma no “azucarada” (2.8 g agarosa, 140 ml agua destilada y 0.9996 g Tween 60). Las muestras todavía fluidizadas tras su elaboración, fueron succionadas con jeringuillas de 20 ml, truncadas (se las había retirado el extremo apical), que sirvieron como soporte de la muestra para su estabilización en frío y para posteriormente la realización de los ensayos. El material plástico de las jeringuillas resulta transparente a la resonancia magnética aplicada, lo que permite realizar la medida de la muestra sin que el material del soporte origine ninguna interferencia. Las jeringuillas se mantuvieron selladas con parafilm para evitar la desecación de las espumas. En total se realizaron nueve muestras al preparar tres repeticiones de la espuma “azucarada”, otras tres repeticiones de la espuma “no azucarada” y tres repeticiones más en las que la mitad de la jeringuilla se rellenó con la espuma “azucarada” y la otra mitad con la espuma “no azucarada”.

Tras la preparación y estabilización en frío de las muestras, éstas se trasladaron al CAI de Resonancia Magnética Nuclear, de la Universidad Complutense de Madrid, donde fueron ensayadas en un imán Bruker BioSpec 47/40 (Ettlingen, Alemania), que midió las muestras con un campo magnético de 4.7 Teslas, equipado con un sistema de gradientes de 6 cm de diámetro, capaz de generar un gradientes de 900 mT/m. Para la transmisión y la recepción se usó una sonda de radiofrecuencia de volumen de 3.5 cm de diámetro.

Se observó la evolución de las muestras a lo largo de tres días, para ver, a través de las imágenes de densidad protónica, los cambios que se producían en la macroestructura de las espumas y, mediante los mapas T1-T2 (siendo T1 la relajación longitudinal y T2 la relajación transversal), los cambios que experimentaba la microestructura de las mismas.

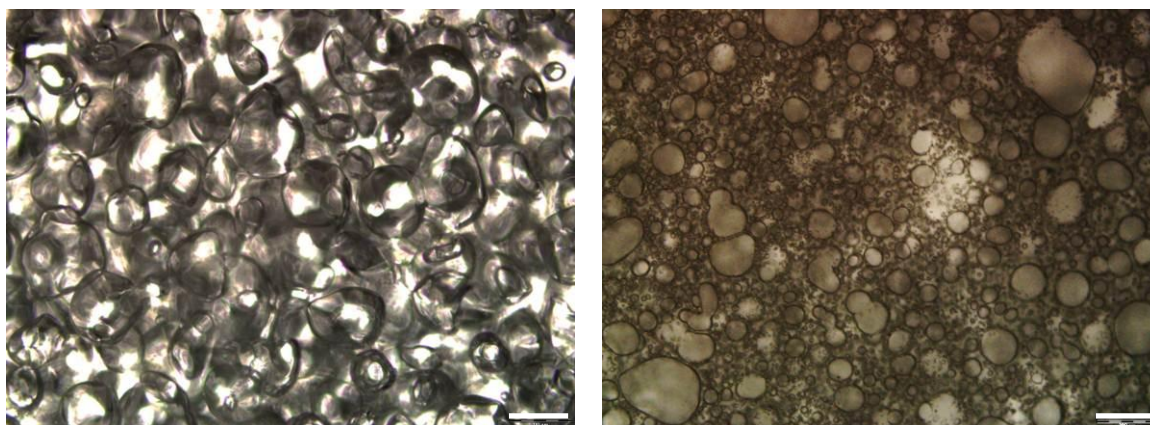
Para la caracterización macro y microestructural de las espumas los parámetros tanto en densidad protónica como en relaxometría deben ser optimizados para cada material e intensidad de campo magnético empleado. Así se ha ajustado la secuencia de eco epín con los siguientes parámetros para la obtención de las imágenes coronales potenciadas en densidad protónica: tiempo de repetición (TR) varió entre 5003 y 5220 ms, tiempo de eco (TE) de 7 ms, field of view (FOV) de 18 cm<sup>2</sup>; anchura del corte (SLTH) de 2 mm y una matriz de 256x128 píxeles. Las imágenes axiales potenciadas en T1 se adquirieron usando una secuencia de eco de epín con TR de 1000 ms, TE de 7 ms, FOV de 36 cm<sup>2</sup>, SLTH de 2 m y matriz de adquisición de 256x192 píxeles. Los datos adquiridos fueron "rellenados con cero" para obtener una matriz reconstruida de 256x256 píxeles. Para los mapas bidimensionales de tiempos de relajación T1-T2 se usó una secuencia CPMG con inversión. Se adquirieron en total 64 pasos de inversión con tiempos de inversión (TI) que iban desde 50 ms a 10 s con una escala logarítmica. Para cada paso de inversión se adquirieron 128 ecos con un TE de 3 ms. Los mapas fueron adquiridos cada 30 minutos durante 7 horas aproximadamente.



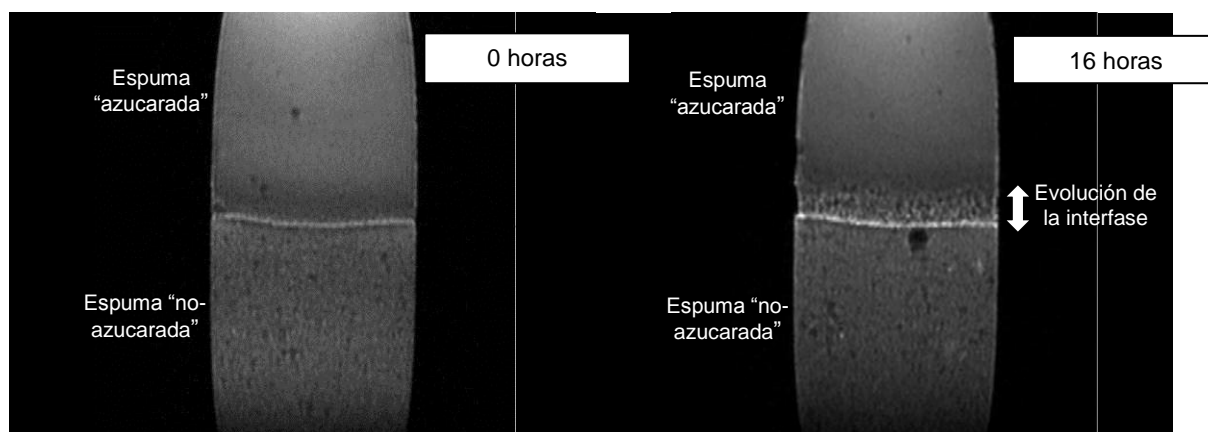
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Imagen 1 muestra como la diferente formulación y protocolo de preparación de las dos espumas definen características microestructurales diferenciales para ambos tipos de espumas. La espuma “no azucarada” aparece como un material mucho más aireado (como corresponde a su menor densidad), con mayor número de poros y de mayor tamaño, frente a la espuma “azucarada” 1.3 veces más densa y caracterizada por un menor tamaño medio del poro, como se puede apreciar visualmente.

**Imagen 1. Fotografías tomadas al microscopio de 10 aumentos, la imagen de la izquierda corresponde a la espuma “no azucarada” y la de la derecha a la espuma “azucarada” (escala 200 micras).**



**Imagen 2. Evolución temporal de las imágenes de densidad protónica correspondientes a un corte longitudinal de la muestra mixta (espuma “azucarada” más espuma “no azucarada”).**

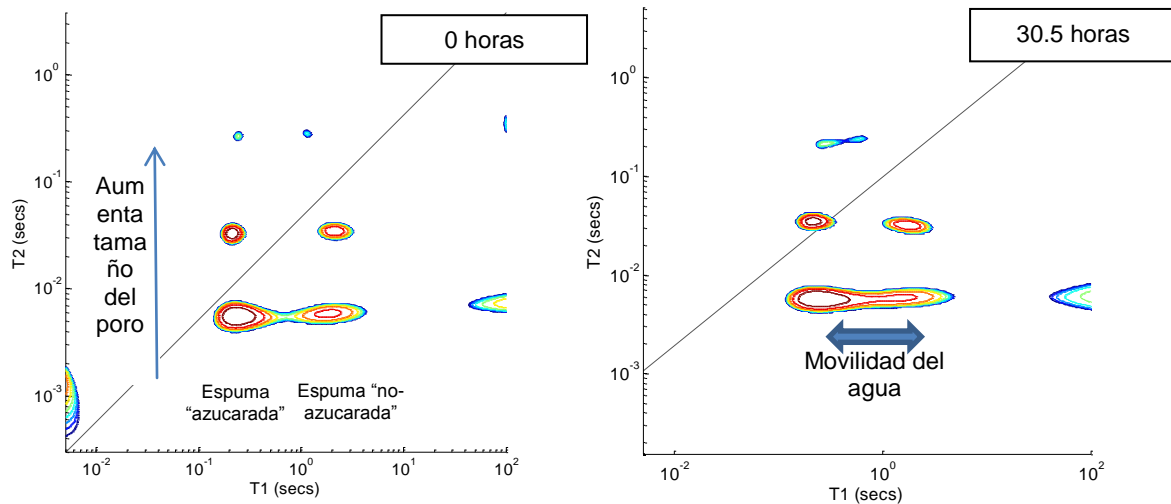


La imágenes de densidad protónica (Imagen 2) indican como tras haber hecho un seguimiento de 16 horas de una muestra mixta de espuma “azucarada” y “no azucarada”, se observaron cambios macroscópicos en su estructura, siendo sin embargo imposible observar los cambios microestructurales que pudieran haber tenido lugar. La evolución temporal de la espuma “no azucarada” está caracterizada por el fenómeno de sinéresis microscópica que puede llegar a dar lugar a la aparición de agua libre. En la zona de la interfase entre ambas espumas se observa (Imagen 2) tras 16 horas de almacenamiento un aumento del brillo que se corresponden con la aparición de ese agua libre, cuya difusión a través de la espuma “azucarada” puede explicar los cambios macroestructurales que se observan en esa espuma situada inmediatamente por encima de dicha interfase.



Con la técnica de relaxometría bidimensional T1-T2 se consigue diferenciar las dos espumas y observar los cambios a nivel microscópico. En la imagen 3 se observan las diferencias entre distinto tamaño de poro y la evolución de la microestructura tras 30.5 horas como consecuencia de la redistribución del agua libre a través de los grandes poros y a los fenómenos de capilaridad en los poros más pequeños, entre ambas espumas.

**Imagen 3. Mapas T1-T2 de relaxometría bidimensional de la muestra mixta, tras el seguimiento realizado durante 30.5 horas.**



## CONCLUSIONES

Al aplicar la técnica de resonancia magnética observamos que si bien las imágenes de densidad protónica aportan información a nivel de la macroestructura de las espumas, son los mapas T1-T2 obtenidos por relaxometría los que nos indican los cambios a nivel microestructural, tanto entre espumas de diferente formulación como en su evolución temporal.

### Agradecimientos

Nuestro más sincero agradecimiento a Brian Hills (IFR, England) Pilar Barreiro Elorza (ETSIA - Universidad Politécnica de Madrid), María Isabel de Silóniz, (facultad de Biología de la Universidad Complutense de Madrid), Miguel Ángel Lara Blas (EUITA, de la Universidad Politécnica de Madrid) y María Encarnación Fernández Valle (Coordinador sede Pluridisciplinar, Tec. Grad. Superior RMN), así como por el soporte económico al proyecto INSIDEFOOD y al CEI Moncloa.

## BIBLIOGRAFÍA

- Hills B.P., Manning C.E., Ridge Y., Brocklehurst T. (1996). Journal of the Science of Food and Agriculture 71:185-194. DOI: 10.1002/(sici)1097-0010(199606)71:2<185::aid-jsfa567>3.0.co;2-5.
- Ramirez C., Germain J.C., Aguilera J.M. (2009). Journal of Food Science 74:R65-R72. DOI: 10.1111/j.1750-3841.2009.01220.x.
- Vittadini E., Chinachoti P., Lavoie J.P., Pham X. (2005). Food Science & Emerging Technologies 6:21-28. DOI: 10.1016/j.ifset.2004.11.001.





## CACAO: EL GRAN CONQUISTADOR

Palaín Vargas, Andrea

Tutor: Mendiola Ubillos, M<sup>a</sup> Ángeles

Departamento de PRODUCCIÓN VEGETAL: Botánica y Protección Vegetal. E.T.S.I. Agrónomos.

Universidad Politécnica de Madrid

Correo electrónico: andrea.palain.vargas@gmail.com

### RESUMEN

Desde sus orígenes más remotos el cacao ha seducido y fascinado a los humanos, que lo han difundido a través de océanos y continentes a todos los lugares del mundo. Su mayor abanderado ha sido y sigue siendo el chocolate, aunque en la actualidad el cacao forma parte de una gran cantidad de productos de uso cotidiano, debido a sus propiedades medicinales, energéticas y nutritivas, que le hacen ser tan apreciado; no en vano el precio de sus semillas y los niveles de producción siguen creciendo año tras año. Sin embargo, y a pesar de resultar muy valorado en los principales países consumidores, generalmente desarrollados, gran parte de los países productores continúan manteniendo malas condiciones para los agricultores locales, por las dificultades de cultivo, recolección y procesado del cacao, que podrían amenazar a las variedades de mayor calidad.

**Palabras clave:** *Theobroma cacao*, *cacao*, *distribución cacao*

### INTRODUCCION

El árbol del cacao, se denomina *Theobroma cacao*, y pertenece a la familia de las Esterculiáceas. Es bastante complejo de cultivar, pero a pesar de ello ha logrado difundirse superando a lo largo de la historia todos los obstáculos que se le han interpuesto dando lugar al imperio que hoy en día representa el cacao. En esta revisión abordaremos sus principales propiedades alimenticias y la importancia económica actual de su producción. Por último abordaremos la problemática que se presenta en el futuro de este interesante cultivo.

### EL REGALO DE LOS DIOSSES

Hace ya más de 4.000 años, en las cuencas del río Amazonas y el Orinoco crecía un árbol muy particular. Miles de pequeñas flores brotaban directamente sobre el tronco y las ramas más antiguas. Algunas de ellas daban lugar a un fruto con forma de calabacín alargado que albergaba en su interior las semillas de nuestro protagonista: el cacao.

Los habitantes de Puerto Escondido (Honduras), quedaron prendados del cacaotero convirtiéndose en el año 1100 a.C. en los primeros cultivadores conocidos. Más tarde fueron relevados por los Olmecas que legaron, entre otras muchas cosas, la siembra extensiva del cacao a todas las culturas prehispánicas posteriores permitiendo que este se distribuyese hacia el norte por todo Centroamérica. Estos pueblos consideraban el cacao como un regalo divino, no en vano el nombre que da género a la especie, *Theobroma cacao*, significa en griego alimento de los dioses.

### LOS INICIOS DE UN IMPERIO

Los mayas además de cultivar la planta preparaban con sus semillas una bebida cuyo consumo se destinaba únicamente a los nobles, reyes y guerreros y que simbolizaba el vigor físico y la longevidad. Esta bebida recibía el nombre de Xocolatl y era tan apreciada que las semillas de cacao se usaban como moneda en toda la región. En el siglo XVI, cuando los aztecas le enseñan a Hernán Cortés la bebida y su importancia, el cacao da



uno de los grandes pasos en su campaña de conquista: cruza el océano Atlántico y llega por fin a España y Portugal. Sin embargo, el Xocolatl, su principal abanderado, era una bebida muy amarga, que solían tomar aromatizada con vainilla, y no encontró la misma admiración en el viejo mundo. Tanto era así que el papa permitía tomarla durante los días de ayuno.

El cacao debía refinar sus armas de seducción si quería conquistar a una Europa cada vez más sofisticada y cosmopolita. Aunque la adición de azúcar, leche, miel y otras especias a la fórmula original habían conseguido popularizarla un poco más, la bebida del chocolate era todavía muy grasa. En 1828 el empresario chocolatero holandés Casparus van Houten desarrolló una prensa que conseguía extraer parte de la grasa que contenían las semillas de forma natural; este sería el comienzo del verdadero imperio mundial del cacao. A partir de entonces se empezó a elaborar y a perfeccionar el chocolate en barra. Esta nueva versión gustó mucho entre los cuáqueros que fundaron las primeras grandes industrias como Cadbury, Rowntree o Hershey, muchas muy importantes todavía hoy día.

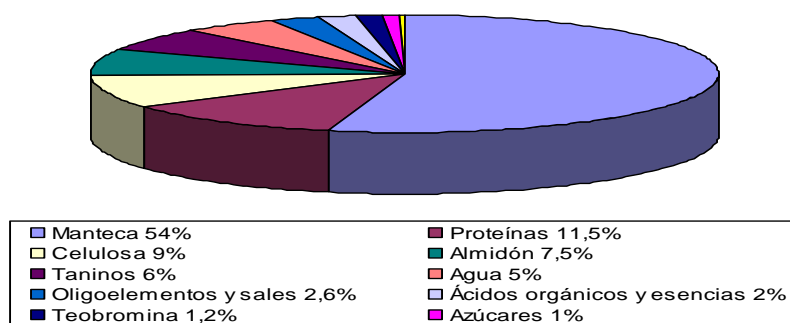
### HISTORIA DE LA DISTRIBUCIÓN DEL CULTIVO

Al mismo tiempo que los productos del cacao ganaban admiradores, el cultivo fue difundiéndose por las colonias francesas y españolas que, por sus condiciones climáticas, permitían su crecimiento. Al principio, en el siglo XVII, se desarrollaron plantaciones en pequeñas islas como Martinica, Jamaica, Haití, el sudeste asiático y las islas del golfo de Guinea. Posteriormente se introduce en Ecuador, Brasil y Venezuela donde en 1900 alcanzaba ya más del 50% de la producción mundial. Por entonces los cultivos introducidos en África representaban el 17,5% pero durante el siglo XIX, con el desarrollo de la industria del chocolate, los franceses y suizos establecen cultivos en Ghana, Nigeria, Camerún y Costa de Marfil. Este último aumentó rápidamente su producción convirtiéndose en pocos años en el mayor productor mundial a día de hoy.

### LAS BONDADES DEL CACAO

Después de miles de años desde el Xocolatl maya, personas de todo el mundo se rinden hoy ante los encantos del chocolate que es el producto de cacao de mayor importancia económica por su versatilidad y su capacidad para adaptarse a todo tipo de gustos. Se ha comprobado que este manjar divino es un buen diurético, vasodilatador y ante todo un excelente estimulante nervioso. Esto se debe a su contenido en teobromina, sustancia que, a través de neurotransmisores, inhibe las sensaciones de agresividad, enfado y angustia, de forma que mejora el ánimo. Su consumo moderado también es bueno para la función plaquetaria haciendo las coronarias menos viscosas y ayudando a prevenir enfermedades cardiovasculares. Desde el punto de vista nutricional las semillas de cacao contienen gran variedad de nutrientes como puede observarse en la Figura 1.

**Figura 1. Composición nutricional de las semillas de cacao**



Elaboración propia. Fuente: [http://es.wikipedia.org/wiki/Theobroma\\_cacao](http://es.wikipedia.org/wiki/Theobroma_cacao)





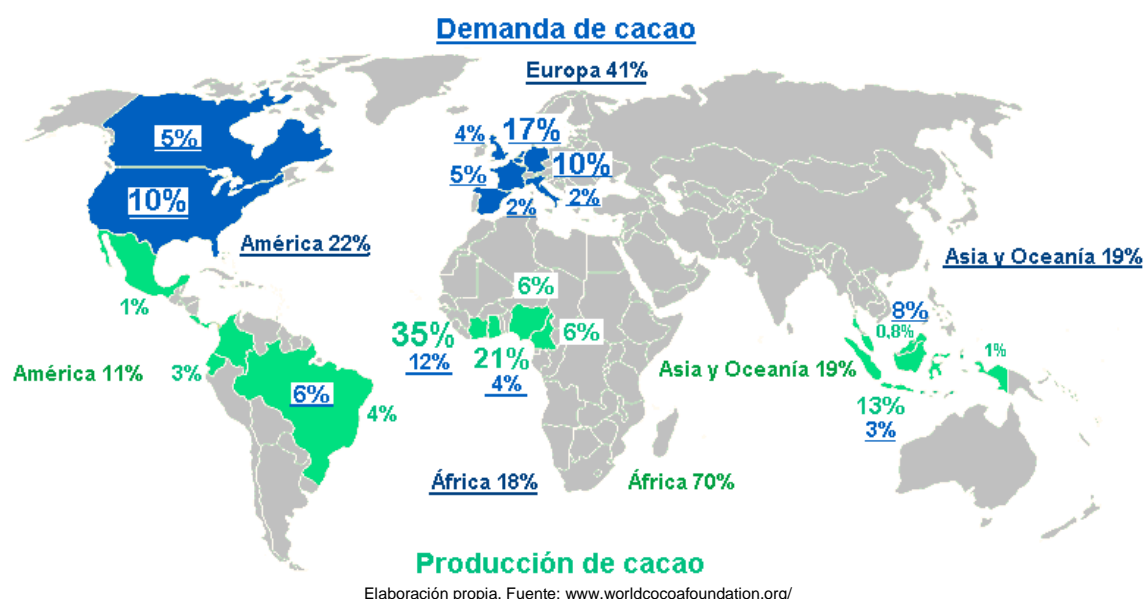
Aunque las semillas no se consumen en fresco sino transformadas se puede decir que, en general, en los productos con chocolate hay menor porcentaje de casi todos los nutrientes, especialmente de grasas ya que en el procesado se separa gran parte de la manteca. Por otro lado aumentan los azúcares e hidratos y la proporción de grasas saturadas. Por ello se puede deducir que las propiedades beneficiosas en los productos con chocolate son mayores cuanto más alto es el porcentaje de cacao. Últimamente ha adquirido también fama en los tratamientos cosméticos, o chocolaterapia, por sus propiedades antioxidantes que ayudan a compensar la acción de los radicales libres.

## EL IMPERIO EN LA ACTUALIDAD

En el “reino” del cacao existen actualmente cuatro “emperadores” -o variedades cultivadas- de caracteres muy distintos: El criollo, primogénito del cacaotero, conserva todo el aroma y el sabor suave que enamoraron a las civilizaciones antiguas pero es muy sensible a enfermedades y plagas. El forastero es robusto y productivo, con sabores fuertes y astringentes y sin mucha calidad aromática. Se emplea principalmente para la obtención de manteca de cacao y productos con alto contenido en chocolate. El nacional, durante mucho tiempo considerado entre los forasteros, tiene en realidad una calidad más parecida al criollo. El trinitario es el hermano medio, más rústico que el criollo pero con un sabor y aroma más rico y delicado que el forastero. Este se destina para dar características específicas de aroma y color en coberturas y productos de alta gama. La producción de cacao fino o de aroma se concentra prácticamente en países de América del sur, principalmente Ecuador, Colombia y Venezuela.

Los requerimientos ambientales del cultivo del cacao son bastante particulares por lo que los principales países productores se mantienen desde 1980. Exceptuando Brasil que ha disminuido su producción e Indonesia que a partir de 2004 entró a formar parte de los 5 más importantes. Es interesante destacar cómo la mayoría de los países productores están localizados en el hemisferio sur y los países que demandan cacao en el norte, como se puede apreciar en la Imagen 1.

**Imagen 1. Principales países en producción y demanda de cacao**





Los mayores productores son Costa de Marfil (35% del total mundial) y Ghana (19%). La producción de cacao fino o de aroma se concentra en países de América del sur, principalmente Ecuador, Colombia y Venezuela. Sin embargo los grandes consumidores son países desarrollados del norte: Reino Unido, Francia, Estados Unidos, Holanda y Canadá que invierten entre 1000 (UK) y 420 millones de euros anuales (Canadá).

## VARIEDADES EN RIESGO DE EXTINCIÓN

Al igual que los grandes conquistadores, el cacao ha sabido superar los retos que la historia le ha planteado hasta ahora. Sin embargo no todo está ganado y todavía hoy debe afrontar una problemática social y económica que podría ser determinante en el futuro de su producción. Como se ha indicado, el cultivo del cacao no es precisamente fácil, ya que necesita unas condiciones de sombreamiento, humedad y control de plagas y enfermedades muy exhaustivas y aún así las variedades de mayor calidad, cultivadas principalmente en el centro y sur de América por pequeños productores locales, tienen bajos rendimientos y muy pocos apoyos, lo que hace que no sean muy competitivas ni rentables y por lo tanto cada vez más escasas.

Si a estas dificultades de manejo añadimos un problema generacional en el que no hay jóvenes que hereden los cultivos o, si los hay, prefieren reemplazarlos por otros más sencillos y rentables como el maíz, el resultado es fácilmente previsible. Además, por sus características, el cultivo de cacao abriga una gran biodiversidad que se vería muy perjudicada en el caso de reemplazarlas con monocultivos.

## CONCLUSIONES

Tras siglos de historia, el cacao ha logrado llegar a los aspectos más cotidianos de la vida de millones de personas regalándoles las delicias de su sabor y los beneficios de su consumo moderado, estando presente en infinidad de productos populares difundidos por todo el mundo. Sería justo que ahora nosotros trabajásemos por la sostenibilidad social y económica de los cultivos de mayor calidad, en general mucho más delicados, para que estas variedades no queden de nuevo convertidas en un lujo exclusivo de unos pocos.

## AGRADECIMIENTOS

M<sup>a</sup>Ángeles Mendiola Ubillos y Hugo Fernández Mena

## BIBLIOGRAFÍA

Beckett, Stephen T. 2001. *La ciencia del chocolate*. 201 p.  
Braudeau, J. 1970. *El cacao*. 297 p.

Páginas web consultadas:

Computech. 2007. *El cacao* [en línea]. Fecha de consulta [12 de diciembre de 2010]

<http://www.fproyectoparia.com/proyecto/introduccion.html>

International Cocoa Organization (ICCO). *ICCO Monthly Averages of Daily Prices* [en línea]. Fecha de consulta [11 de marzo de 2012] <http://www.icco.org/statistics/monthly.aspx>

Mejía Polanco, J. Antonio. 2009. *Mercado de cacao: actualidad y perspectivas año 2010* [en línea]. Fecha de consulta [6 de enero de 2011]

[http://api.ning.com/files/kxtHiTseX\\*em3959uOARsV1aAKDzqZPkRv9d7oFR0eg\\_/MercadodeCacaoActualidadyPerspectivas2010.pdf](http://api.ning.com/files/kxtHiTseX*em3959uOARsV1aAKDzqZPkRv9d7oFR0eg_/MercadodeCacaoActualidadyPerspectivas2010.pdf)

Sermay. 2010. *El chocolate y su salud: menos infartos y mejor tensión arterial* [en línea]. Fecha de consulta [30 diciembre de 2010] [pasamejorvida.blogspot.com/2010/05/el-chocolate-y-su-salud-menos-infartos.html](http://pasamejorvida.blogspot.com/2010/05/el-chocolate-y-su-salud-menos-infartos.html)

World Cocoa Foundation (WCF). Fecha de consulta [11 de marzo de 2012] [www.worldcocoafoundation.org/](http://www.worldcocoafoundation.org/)

World Cocoa Foundation (WCF). 2010. *Cocoa Market Update*. [en línea] Fecha de consulta [13 de marzo de 2012] [www.worldcocoafoundation.org/learn-about-cocoa/documents/CocoaMarketUpdateasof5.18.10.pdf](http://www.worldcocoafoundation.org/learn-about-cocoa/documents/CocoaMarketUpdateasof5.18.10.pdf)

World Crops. 2011. *World Cocoa* [en línea]. Fecha de consulta [13 de marzo de 2012]

[www.worldcrops.com/wp-content/uploads/2010/11/WORLD-COCOA-May-03-2011-WorldCrops.com\\_.pdf](http://www.worldcrops.com/wp-content/uploads/2010/11/WORLD-COCOA-May-03-2011-WorldCrops.com_.pdf)

2009. La problemática del sector cacaotero mexicano y sus consecuencias [en línea]. Fecha de consulta [11 de marzo de 2012] [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lri/andrade\\_a\\_cm/capitulo3.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lri/andrade_a_cm/capitulo3.pdf)

## **SESIÓN C2**





## ALIMENTACIÓN LÍQUIDA EN PORCINO, ¿LES GUSTA A LOS CERDOS LA PAPILLA?

de Paz-del Río, Raquel; de Quinto, Javier

Tutor: Pérez-Serrano, Martina

*Departamento de Producción Animal. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid*

*Correo electrónico: raqueldepaz@gmail.com*

### RESUMEN

La alimentación líquida consiste en administrar al ganado una mezcla de pienso y agua en una proporción que suele ser de 1:3. Aunque en la Unión Europea es una práctica bastante extendida (30% del ganado porcino), en España actualmente no es muy común (menos del 1% del censo porcino). Algunas de sus ventajas son la posibilidad de controlar automáticamente y de manera individualizada la alimentación, optimizar la productividad y mejorar el estado sanitario. Sin embargo, uno de los principales inconvenientes es que requiere una serie de instalaciones que obligan a realizar una elevada inversión inicial y que necesitan un mantenimiento constante.

**Palabras clave:** *papilla, porcino, fermentación*

### INTRODUCCIÓN

La alimentación líquida, también llamada papilla o sopa, consiste en suministrar a los animales una mezcla de pienso con agua. El producto final suele contener 250 g de materia seca (MS) y 750 g agua por kilogramo de alimento (vs. 880 g MS + 120 g agua/kg en un pienso seco). Esta práctica viene realizándose desde hace varios años (Cumby, 1986) y en la Unión Europea se suministra de media al 30% del ganado porcino, principalmente en Finlandia (60%), Dinamarca (60%), Holanda (50%), Irlanda (45%) e Italia (40%). Aunque en España la alimentación líquida se utiliza en menos del 1% del censo porcino, los ganaderos que lo aplican son constantes y no vuelven al pienso seco, ya que, aunque la inversión inicial es elevada, presenta numerosas ventajas. El objetivo de este trabajo fue revisar la información existente sobre la utilización práctica de la alimentación líquida en ganado porcino.

### TIPOS DE ALIMENTACIÓN LÍQUIDA

La alimentación líquida puede ser de dos tipos en función del tiempo que transcurra entre la preparación y el consumo de la papilla. La alimentación líquida no fermentada (ALNF) se suministra directamente tras su preparación mientras que la alimentación líquida fermentada (ALF) permanece en el tanque de preparación durante varias horas. En realidad, la ALNF también sufre una ligera fermentación que tiene lugar nada más entrar en contacto el agua con el alimento.

La fermentación presenta tres fases. En la primera o heterofermentación se produce ácido acético, butírico y láctico pero también se desarrollan enterobacterias como consecuencia de que el pH aun es alto. Las bacterias lácticas aumentan durante las primeras 48 h mientras que las enterobacterias solo proliferan las primeras 24 h. En la segunda fase u homofermentación el pH es muy bajo por lo que predominan las bacterias lácticas y apenas hay enterobacterias. En la última etapa se estabiliza el pH y comienza el desarrollo de las levaduras que pueden mejorar el estado sanitario del tracto gastrointestinal al reducir el desarrollo de enterobacterias. La tabla 1 muestra las principales diferencias que existen entre un alimento fermentado y uno sin fermentar.

**Tabla 1. Parámetros bacteriológicos y químicos de la alimentación seca y la alimentación líquida fermentada (van Winsen et al., 2001)**

Parámetro	Alimentación seca (n=35) (DE)	Alimentación fermentada (n=37) (DE)
<i>Lactobacillus plantarum</i> (log UFC g <sup>-1</sup> )	< 2,8	9,4 (0,26)**
<i>Enterobacteriaceae</i> (log UFC g <sup>-1</sup> )	< 1,8	< 1,8
<i>Salmonella</i> spp.	ND (en 25 g)	ND (en 25 ml)
pH	5,7 (0,1)	4,1 (0,2)**
Lactato (mmol l <sup>-1</sup> )	20 (5)	261 (20)**
Acetato (mmol l <sup>-1</sup> )	< 0,8	25 (13)**
Butirato (mmol l <sup>-1</sup> )	< 0,8	2,3 (1,5)*
Etanol (mmol l <sup>-1</sup> )	< 0,8	< 0,8
Propionato (mmol l <sup>-1</sup> )	< 0,8	< 0,8

< 0,8, < 1,8 y < 2,8, por debajo del límite de detección. ND, no detectado. Significancia: \*, P < 0,05; \*\*, P < 0,01. DE, desviación estándar. n, número de réplicas. UFC, unidades formadoras de colonias.

Según van Winsen et al. (2001) si la fermentación se ha producido satisfactoriamente, la dieta tendrá las siguientes características: concentración de bacterias lácticas superior a 9 log UFC/ml; concentración de ácido láctico superior a 150 mmol/l; concentración de acetato y de etanol inferior a 40 mmol/l y a 0,8 mmol/l, respectivamente; pH menor de 4,5, niveles altos de levaduras y bajo recuento de coliformes. La ALF mejora la longitud de las vellosidades intestinales (Deprez et al., 1987; Pluske et al., 1996) y aumenta la digestibilidad de la proteína bruta (Longland, 1991) protegiendo frente a bacterias patógenas, como *Escherichia Coli*, gracias al bajo pH (Mikkelsen y Jensen, 1998). Asimismo, Lawlor et al. (2002) observaron que la ganancia de peso media diaria se incrementaba un 5% en lechones de 13 a 27 días de edad.

### TASA DE DILUCIÓN

La tasa de dilución se define como la relación entre el contenido en materia seca y agua de la sopa. Varía en función de la disponibilidad de materias primas, el tipo de animal y el programa de alimentación que se esté aplicando en cada momento.

Los autores recomiendan que la tasa de dilución sea de 1,5:1 a 2,4:1 en lechones recién destetados, de 2,6:1 a 2,8:1 en cerdos en crecimiento y de 2,8:1 a 3,0:1 en cerdos en acabado (Tabla 2). Tasas de dilución demasiado altas en animales jóvenes pueden tener efectos negativos sobre los rendimientos productivos dada la baja capacidad de ingestión.

**Tabla 2. Efecto de la tasa de dilución del alimento sobre diferentes parámetros de la producción de cerdos**

Autor	Dilución	Efectos
Gill et al., 1987	2:1 - 3,5:1	Mejora lineal del crecimiento y de la conversión al aumentar la dilución.
Barber et al., 1991	2:1 - 4:1	Aumento lineal de la digestibilidad de la materia seca y de la energía digestible al aumentar la dilución.
O'Connell-Motherway et al., 1998	2:1 - 4:1	Aumento lineal del consumo de agua y del volumen de purines al aumentar la dilución.
Beal et al., 2002	2,5:1 - 10:1	Mejores rendimientos con las diluciones más bajas.
Hurst et al., 2008	1,5:1 - 3:1	Rendimientos similares para las dos tasas de dilución.

### INSTALACIONES NECESARIAS PARA LA ALIMENTACIÓN LÍQUIDA

Las instalaciones necesarias para el suministro de alimentación líquida comparten elementos con cualquier circuito hidráulico industrial. Están formadas por tolvas de almacenamiento de piensos o materias primas y por un depósito de agua. Tras ser pesados en una báscula, las materias primas y el agua pasan, mediante un tornillo sinfín, hasta el tanque de mezclas. Todo el proceso se encuentra informatizado de manera que



la tasa de dilución, el tiempo de fermentación y el nivel de inclusión de cada ingrediente se controla de manera automática. El tanque de mezclas posee una conducción que deriva en una bomba de impulsión. La bomba aporta al sistema la energía necesaria para elevar la mezcla al nivel de las conducciones horizontales de la que parten las bajantes a cada corral. Generalmente, las tuberías de conducción permanecen llenas de agua entre comidas para evitar problemas de vacío y de desarrollo de patógenos (Lizardo, 2007).

El sistema de limpieza de las instalaciones es particularmente importante ya que el medio líquido repleto de nutrientes es propicio para la colonización de microorganismos (Lizardo, 2007). Según una encuesta realizada en Francia (150 granjas) sólo un 10% de los encuestados limpia el tanque de mezclas diariamente. Cuando se les pregunta por los componentes del sistema, un 68% lava el tanque de mezcla, un 36% lava adicionalmente la tubería principal y solo un 12% de los encuestados lava también las bajantes a los comederos. La limpieza de todos los elementos anteriores es imprescindible ya que en el sistema que carece de limpieza se forma un biofilm microbiano cuyo perfil es de un 90% de bacterias lácticas y de un 10% de coliformes que podrían llegar hasta los animales; su concentración aumenta desde el tanque de mezclas (1,8 log UFC/ml; Lizardo, 2007) hacia los elementos siguientes, alcanzando su máximo en las bajantes a los comederos (7,1 log UFC/ml; Lizardo, 2007).

La limpieza del sistema es preferible a la desinfección, ya que a las 48 horas de haber desinfectado y haber hecho circular agua a alta presión, la concentración de la flora microbiana vuelve a alcanzar los niveles previos a la misma debido a la presencia de materia orgánica. Además, los métodos de desinfección (ácidos y detergentes) podrían dejar residuos estables que terminarían consumiendo los animales. También es necesario destacar que estos métodos eliminan en su mayor parte la microflora láctica, mientras que los microorganismos patógenos poseen formas de resistencia como la esporulación, lo que no garantiza la eliminación de los mismos. Por ello, es recomendable el enjuagado mixto, ampliamente utilizado en la industria agroalimentaria, que se basa en la tolerancia de la microflora a pH ácidos o básicos, pero no a ambos. Por tanto, se recomienda un primer lavado con agua limpia seguido de la recirculación con agua acidificada ( $\text{pH} < 4$ ) y con agua alcalinizada ( $\text{pH} > 12$ ). Por este motivo se suele aconsejar la adición de ácidos orgánicos a la sopa pese a que ello conlleve un aumento en los gastos de mano de obra. En general, es aconsejable la limpieza del sistema, pero no su desinfección.

## VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LA ALIMENTACIÓN LÍQUIDA

La principal ventaja del uso de este tipo de alimentación es la posibilidad de informatizar y automatizar todos los procesos, lo cual hace que el coste de la mano de obra sea menor y que resulte un trabajo más atractivo para el ganadero. Además, puede dedicarse más tiempo a otras tareas, como la detección de celos o el cuidado de los lechones, mejorándose así el manejo global de la explotación.

Por otro lado, con este sistema se facilita la alimentación multifase, de modo que cada grupo recibe una dieta y una cantidad acorde a sus necesidades en cada momento pudiéndose hacer cambios en la densidad nutricional cada 3-4 días. Además, la alimentación líquida aumenta el consumo de pienso en animales problemáticos, como los lechones al destete o las cerdas lactantes, principalmente, en verano. En general, la alimentación líquida aumenta la ganancia media diaria pero empeora el índice de conversión en lechones (Nielsen et al., 1983; Partridge et al., 1992; Russel et al., 1996; Scholten et al., 2000; Hurst et al., 2001; Pedersen, 2001; Choct et al., 2004). Sin embargo en cerdos en cebo, además de mejorar la ganancia media diaria mejora el índice de conversión (Kneale, 1972; Quémeré et al., 1988; Hurst et al., 2001).



Según van Winsen et al (2001) y Canibe et al. (2005), la alimentación líquida mejora el estado sanitario de los animales debido al bajo pH (inferior a 4,2) como consecuencia de la elevada concentración de ácido láctico (más de 160 mmol/l). En consecuencia, disminuye la incidencia de *Salmonella* (10 veces menor), de *Lawsonia intracellularis* que causa ileitis (25 veces menor), de *Escherichia coli*, que causa colibacilosis y de *Brachyspira spp.*, que causa disentería. Además, se producen menos erosiones y úlceras y hay un descenso de la frecuencia y la gravedad de las diarreas, lo que se traduce en un 17% de ahorro en el gasto terapéutico. Según Hansen et al. (2000), las bacterias lácticas en estómago y yeyuno son más abundantes con alimentación líquida fermentada que con pienso granulado existiendo en este último una mayor proliferación de coliformes.

El principal inconveniente de la alimentación líquida es la elevada inversión inicial que supone adaptar las instalaciones, que se estima, para 2.000 plazas de cebo, en unos 96.000 €, frente a 8.000 € que costarían unas instalaciones para suministro de dietas secas. Además el mantenimiento y el manejo son más complicados. Sin embargo, la amortización de la inversión, en general, es más rápida. La inversión podría amortizarse en dos años y medio aproximadamente. Si además se utilizan subproductos, el período de recuperación de la inversión podría ser, incluso, más corto.

### CONCLUSIONES

El suministro de dietas líquidas presenta diferencias notables en cuanto a instalaciones, manejo y mantenimiento con respecto al suministro de piensos secos. Asimismo, la composición y la formulación de la dieta también son diferentes especialmente si se utilizan subproductos de la industria alimentaria con una elevada variabilidad en su composición nutricional. En general, la alimentación líquida es recomendable en granjas con más de 500 plazas útiles de animales con una capacidad de ingestión limitada como lechones recién destetados o cerdas lactantes.

### BIBLIOGRAFÍA

- Barber, J., Brooks, P. H. y Carpenter, J. L. 1991. Brit. Soc. Anim. Prod. 52:601-615.
- Beal, J. D., Niven, S. J., Campbell, A. y Brooks, P. H. 2002. Int. J. Food Microbiol. 79:99-104.
- Canibe, N., Højberg, O., Højsgaard, S. y Jensen B. B. 2005. J. Anim. Sci. 83:1287-1302.
- Cumby, T. R. 1986. J. Agric. Eng. Res. 34:153-172.
- Choct, M., Selby, E. A. D., Cadogan, D. J. y Campbell, R. G. 2004. Aust. J. Agric. Res. 55:247-252.
- Deprez, P., Deroose, P., van den Hende, C., Muylle, E., y Oyaert, W. 1987. J. Vet. Med. 34:254-259.
- Gill, B. P., Brooks, P. H. y Carpenter, J. L. 1987. Brit. Soc. Anim. Prod. 11:131-133.
- Hansen, L. L., Mikkelsen, L. L., Agerhem, H., Laue, A., Jensen, M. T. y Jensen, B. 2000. Anim. Sci. 71:65-80.
- Hurst, D., Lean, I. J. y Hall, A. D. 2001. Proceedings of the British Society of Animal Science, York, Reino Unido, p. 161.
- Hurst, D., Clarke, L. y Jean, I. J. 2008. Animal. 9:1297-1302.
- Kneale, W. A. 1972. Experimental Husbandry. 21:51-59.
- Lawlor, P. G., Lynch, P. B., Gardiner, G. E., Caffrey, P. J. y O'Doherty, J. V. 2002. J. Anim. Sci. 80:1725-1735.
- Lizardo, R. 2007. [http://www.3tres3.com/especial\\_alimentacion\\_liquida/costes-ventajas-e-inconvenientes\\_1841/](http://www.3tres3.com/especial_alimentacion_liquida/costes-ventajas-e-inconvenientes_1841/)
- Longland, A. C. 1991. CAB International, Wallingford, Oxon, UK, pp. 3.
- Mikkelsen, L. L. y Jensen, B. B. 1998. Proc. 49th Annu. Mtg. Eur. Assoc. Anim. Prod., Warsaw, Poland, p. 263.
- Nielsen, H. E., Danielsen, V. y Larsen A. E. 1983. Meddelelse, National Institute of Animal Science, Tjele, Dinamarca. Pub. nº 462.
- O'Connell-Motherway, S., Lynch, P. B., Carton, O. T. y O'Toole, P. 1998. ARMIS nº 4336. Teagasc, Dublín, Irlanda.
- Partridge, G. G., Fisher, J., Gregory, H. y Prior, S. G. 1992. Anim. Prod. 54:484.
- Pedersen, A. Ø. 2001. Report nº 510. The National Committee for Pig Production, Danish Bacon and Meat Council.
- Pluske, J. R., Williams, I. H. y Aherne, F. X. 1996. Anim. Sci. 62:131-144.
- Quéméré, P., Castaing, J., Chastanet, J. P., Latimier, P., Saulnier, J., Willequet, F., y Grosjean, F. 1988. Journ. Rech. Porcine France. 20:351-360.
- Russel, P. J., Geary, T. A., Brookks, P. H. y Campbell, A. 1996. J. Sci. Food Agric. 72:8-16.
- Scholten, R. H. J., Schram, J. W., van der Peet-Schwering, C. M. C., den Hartog, L. A., Vesseur, P. C., van Leeuwen, P. y Verstegen, M. W. A. 2000. 8º Proc. Symp. Dig. Physiol. En Pigs, Uppsala, Suecia. p. 59.
- Van Winsen, R. L., Urlings, A. P., Lipman, J. A., Snijders, M. A., Keuzenkamo, D., Verheijden, H. M. y van Knapen, F. 2001. Appl. Environ. Microbiol. 67:3071-3067.





## PRESENCIA DE SISTEMAS DE SECRECIÓN DE PATÓGENOS EN BACTERIAS ENDOSIMBIÓTICAS AISLADAS DE *LUPINUS* DE LA PENÍNSULA IBÉRICA

Pastor, Víctor; Iglesias, Ana Isabel; Duran, David

Tutor: Rey, Luis

Departamento de Biotecnología, E.T.S. Ingenieros Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid, Ciudad Universitaria, s/n 28040 Madrid

Correo electrónico: victor.pastor.martin@alumnos.upm.es; anuss\_1976@yahoo.es; david.duran.wendt@alumnos.upm.es

### RESUMEN

Los rizobios son bacterias endosimbióticas capaces de fijar nitrógeno en estructuras especializadas de leguminosas llamadas nódulos. Esta simbiosis es altamente específica y depende, entre otros factores, de la capacidad de los rizobios de secretar proteínas efectoras a las células vegetales. Se han descrito diferentes sistemas de secreción en patógenos animales y vegetales y posteriormente también se han encontrado en algunos rizobios.

En este trabajo se presenta el estudio de varios sistemas de secreción identificados en dos cepas LmjC e ISLU101 aisladas de *Lupinus mariae-josephae* Pascual y *Lupinus angustifolius* L., respectivamente.

LmjC posee un sistema de secreción tipo III formado por agrupación de 33 genes cuya expresión dependería del activador transcripcional TtsI mediado a su vez por flavonoides secretados por la planta huésped. La cepa ISLU101 tiene dos sistemas de tipo VI de 13 y 17 genes cada uno. La importancia en la simbiosis de estos sistemas se está estudiando en estos momentos.

**Palabras clave:** *Bradyrhizobium*, sistema de secreción, simbiosis

### INTRODUCCIÓN

Uno de los factores implicados en la virulencia de determinadas bacterias patógenas son los sistemas de secreción que actúan como jeringas inyectando proteínas denominadas efectores directamente al interior de las células del organismo huésped. Inicialmente se describieron en la virulencia de patógenos animales, posteriormente en patógenos vegetales y más recientemente se está estudiando su papel en organismos simbióticos como los rizobios (Deakin y Broughton 2009). El sistema mejor estudiado en la simbiosis *Rhizobium*-leguminosa es el de tipo III (T3SS); otros sistemas relacionados son los sistemas de tipo IV (T4SS) y de tipo VI (T6SS). Como ejemplo del papel de estos sistemas en la simbiosis se sabe que la bacteria *Bradyrhizobium japonicum* mejora la nodulación con la planta *Vigna sinensis* (L) Walp. cuando se muta su T3SS, sin embargo la mutación no tiene efecto en la relación con soja (Krause et al., 2002). Por tanto la presencia de sistemas de secreción puede ser beneficioso, perjudicial o irrelevante en la simbiosis con según el rizobio y la leguminosa implicados.

En este trabajo se está estudiando un T3SS de la cepa LmjC aislada de *L. mariae-josephae* y dos T6SS de la cepa ISLU101 aislada de *Lupinus angustifolius*.

### MATERIAL Y MÉTODOS

#### Secuenciación

La obtención de la secuencia de las cepas ISLU101 e LmjC se obtuvo mediante secuenciación masiva en el Institute for Genome Sciences at the University of Maryland School of Medicine in Baltimore, EEUU. La anotación se realizó con la herramienta informática Manatee.



## Elaboración de árboles filogenéticos

La construcción de árboles filogenéticos se llevó a cabo mediante la plataforma <http://www.phylogeny.fr> (Dereeper et al., 2010)

## Construcción de mutantes

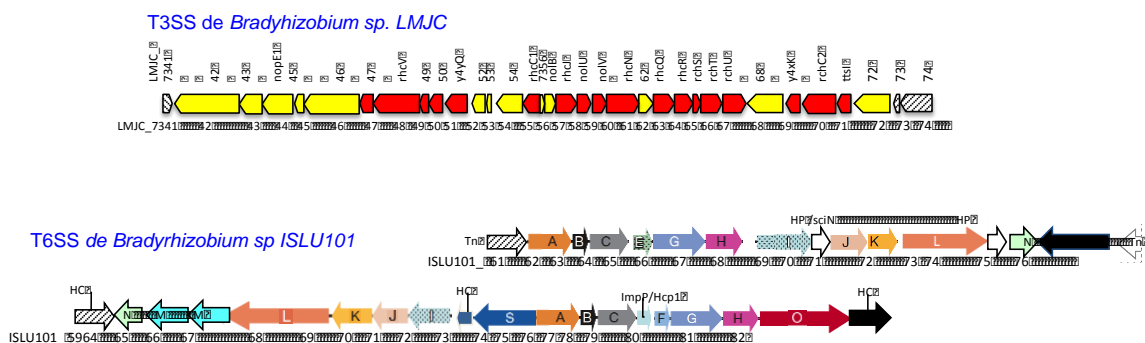
La construcción de mutantes se realizó mediante la amplificación de una región interna del gen de interés que se clonó primero en el vector pCR2.1-TOPO y posteriormente en el vector pK18mobSac. La mutación se incorporó al genoma mediante recombinación (Schäfer et al., 1994).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una vez disponible la secuencia genómica de las dos cepas de estudio, LmjC e ISLU101, se realizaron análisis de tipo BLAST (Basic Local Alignment Search Tool) para identificar la presencia de sistemas de secreción. Se identificó un T3SS en la cepa LmjC, ausente en ISLU101. El sistema está formado por una agrupación de 33 genes, que incluye el activador transcripcional *ttsI* descrito como regulador de T3SS en *Bradyrhizobium japonicum* por Zehner et al., 2008. Para conocer el grado de conservación de este sistema de secreción respecto al que presentan otras bacterias se han comparado las secuencias de diferentes genes y se ha encontrado, respecto a los genes que codifican para elementos estructurales del sistema de secreción, un alto grado de conservación con *B. japonicum* USDA 110 y *Mesorhizobium loti* MAFF303099. Sin embargo en la agrupación génica de la cepa LmjC se han identificado posibles efectores específicos no conservados en bacterias endosimbióticas como los genes LmjC\_7342, 7343, 7346 y 7372 (ver figura 1).

Para mostrar la relación filogenética de este sistema se presenta la posición del gen *ttsI* en el árbol de la figura 2A. La expresión de este gen se está analizando mediante la fusión transcripcional con el gen delator *gusA*.

**Figura 1. Sistemas de secreción identificados en las cepas LmjC e ISLU101. Sistema de tipo III, T3SS, sistemas de tipo VI, T6SS. Los genes rayados no forman parte de los sistemas de secreción.**

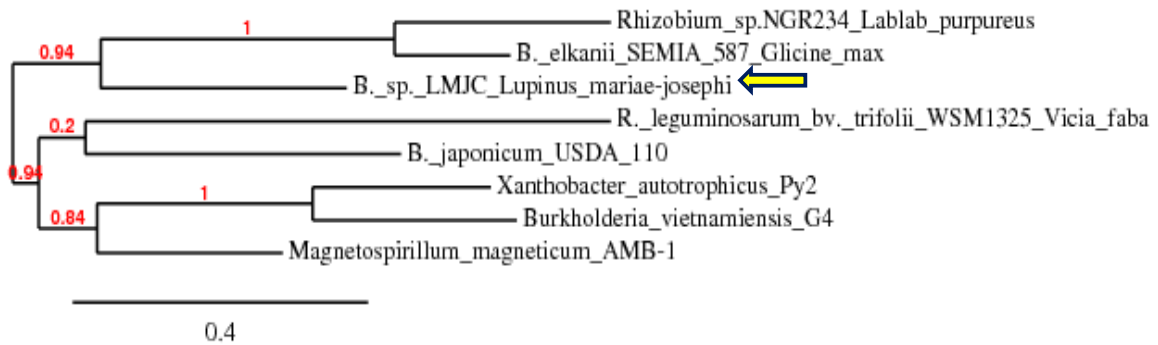


El sistema de secreción tipo VI es un sistema descrito recientemente y se ha estudiado casi exclusivamente en bacterias patógenas. La cepa ISLU101 tiene dos T6SS, uno de ellos denominado T6SS1, formado por 17 genes (*impABCPFGHOSIJKLM-1M,2N* y *CP2*) y el otro, T6SS2, por 13 genes: *imp2ABCEGHIJKLN* y *HP* y *HP1* (ver figura 1). T6SS1 muestra un alto grado de conservación respecto a *B. japonicum* USDA110 (90%) y T6SS2 tiene una mayor similitud con bacterias que no nodulan.

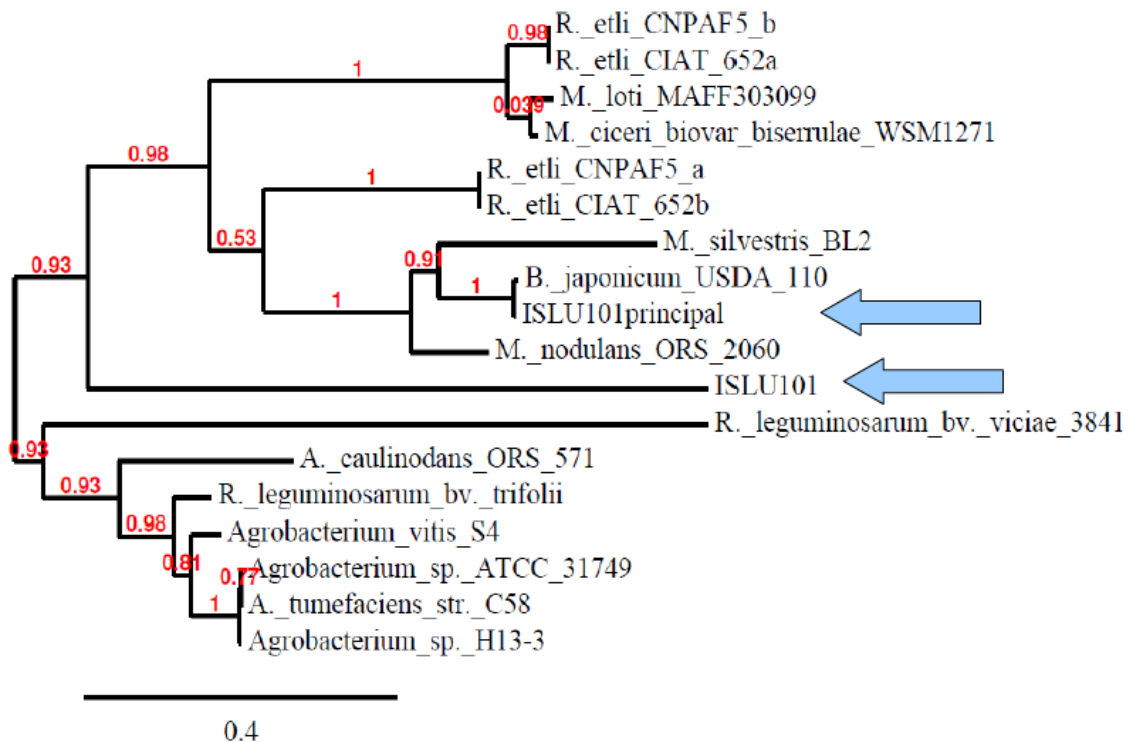


**Figura 2: Árboles filogenéticos de los genes *ttsI* de la cepa LmjC(A) y un concatenado *impB/ impC* de ISLU101 (B). Los genes de LmjC e ISLU101 se resaltan con un flecha. La barra indica el número de sustituciones por sitio y los valores al porcentaje de “bootstrap”**

A



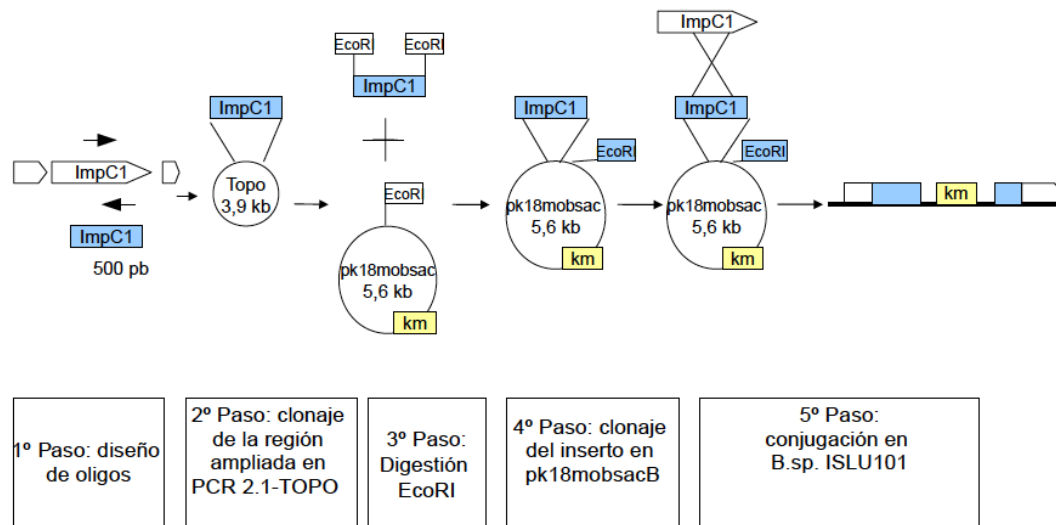
B



Para evaluar la importancia de estos sistemas en la simbiosis se ha iniciado la mutagénesis de 4 genes mediante la eliminación de una zona central de los genes de 300-500 pb. Los genes elegidos están descritos como importantes en patógenos y son: *ImpC*, *ImpC2*, *ImpO* e *ImpS*. El proceso seguido para la obtención de mutantes se presenta en la figura 3.



**Figura 3. Proceso seguido para la obtención de mutantes por eliminación de la zona central del gen.**



### CONCLUSIONES

La cepa LmjC, aislada de *Lupinus mariae-josephae*, posee un sistema de secreción tipo III formado por agrupación de 33 genes, similar al de *B. japonicum* USDA 110 y *M. loti* MAFF303099 con posibles efectores específicos.

La cepa ISLU101 aislada *Lupinus angustifolius* tiene dos sistemas de secreción de tipo VI de 17 y 13 genes cada uno, el primero con un 90% de identidad con *B. japonicum* y el segundo con baja similitud con otros rizobios.

Para establecer en qué condiciones se expresan estos sistemas en estos momentos se están realizando fusiones transcripcionales de los genes *ttsI* de la cepa LmjC y de los dos genes *impA* de ISLU101.

Por otra parte para conocer su importancia en la simbiosis con sus hospedadores originales y otros diferentes se están realizando mutaciones en genes esenciales de los diferentes sistemas: en el gen *ttsI* de LmjC y en los dos genes *impC1*, *impC2*, *impO* e *impS* de ISLU101. En estos momentos se están examinando su fenotipo en planta.

### AGRADECIMIENTOS

Al profesor Tomás Ruiz Argüeso (Universidad Politécnica de Madrid) por su consejo y sugerencias. Este trabajo ha sido financiado por varios proyectos: P90210514 (Fundación BBVA), QM100050067 (Comunidad de Madrid-UPM) y AL11-PID-09 (UPM-Actividades con Latinoamérica-México).

### BIBLIOGRAFIA

- Deakin y Broughton, 2009 Nat Rev Microbiol 7:312-320
- Dereeper A., Audic S., Claverie J.M., Blanc G. 2010 BMC Evol Biol 12:10:8.
- Krause, A., Doerfel, A. And Göttfert, M. 2002. Mol Plant-Microbe Interact 15:1228-1235
- Sánchez-Cañizares, C., Rey, L., Durán, D., Temprano, F., Sánchez-Jiménez, P., Navarro, A., Polajnar, M., Imperial, J., Ruiz-Argüeso, T. 2011. Syst Appl Microbiol 34: 207-215
- Schäfer, A., Tauch, A., Jager, W., Kalinowski, J., Thierbach, G., and Pühler, A. 1994 Gene 145: 69-63.
- Zehner, S., Schober, G., Wenzel, Lang, K.,Goettfert M. 2008. MPMI 21:1087-1093



## CLENBUTEROL, UN BETA-AGONISTA PELIGROSO

Rodríguez, Laura

Tutor: García Rebollar, Pilar

*Departamento de Producción Animal. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid*

*Correo electrónico: laura.rodriguezl@alumnos.upm.es*

### RESUMEN

Con el aumento de la población existe una mayor demanda de alimentos, principalmente de proteínas de origen animal y de buena calidad, como es el caso de los productos cárnicos de bovino. A pesar de los grandes avances en genética para mejorar la calidad y el rendimiento de la canal, parece ser que esto aún no es suficiente y ello ha conducido al empleo de sustancias químicas de naturaleza hormonal que alteran el metabolismo de los animales, entre los que se encuentran los beta-agonistas ( $\beta$ A). Con este trabajo veremos la composición química, la acción biológica, el uso terapéutico y las causas de la prohibición del  $\beta$ A “clenbuterol”, así como resultados de investigación relacionados con su uso en producción animal.

**Palabras clave:**  $\beta$ -Agonistas, Clenbuterol, metabolismo

### INTRODUCCION

En las producciones de animales de abasto (aptos para el consumo humano) se han utilizado una gran variedad de fármacos, ya sean para uso terapéutico o como promotores del crecimiento. Su administración terapéutica es necesaria en muchos casos, pero dosis elevadas pueden resultar peligrosas para el consumo humano ya que la gran mayoría de estos productos químicos pueden dejar residuos en los tejidos de los animales tratados. Los efectos producidos por la administración de clenbuterol, orientan su aplicación en torno a dos vertientes concretas y determinadas: terapéuticas y metabólicas.

En cuanto a efectos terapéuticos, los  $\beta$ -Agonistas ( $\beta$ A) se usan en veterinaria como medicamentos indicados para bronconeumonías por su acción broncodilatadora, ya que relajan la musculatura lisa bronquial y disminuyen la resistencia de las vías aéreas (Martínez, 1998), y como estimulantes del útero en el parto, ya que al actuar como miorelajante uterino, se logran evitar partos prematuros (Martínez, 1998). En producción animal se han utilizado por ser modificadores metabólicos, aumentando la producción de carne, ya que retienen compuestos nitrogenados que incrementan la masa corporal del animal. Los  $\beta$ A son además agentes químicos que actúan específicamente a nivel de receptores adrenérgicos celulares, derivando los nutrientes y la energía procedente de los alimentos y de la lipólisis, hacia la síntesis proteica y la formación de masa muscular (Ricardo et al., 2011).

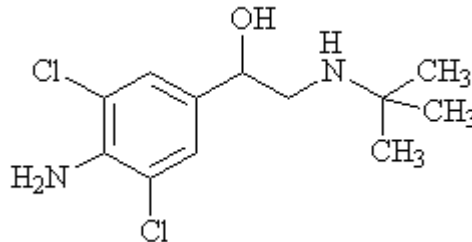
### ESTRUCTURA QUÍMICA DE LOS BETA-AGONISTAS

Las propiedades que hacen diferente la respuesta de los  $\beta$ A radican en las características de sus grupos constituyentes, los cuales determinan la magnitud del efecto y la persistencia de residuos en los tejidos animales. El clenbuterol, para mostrar actividad, requiere de la presencia de un anillo aromático con un grupo hidroxilo en la posición  $\beta$  del grupo alifático (Figura 1). Al mismo tiempo, la presencia del cloro lo hace más liposoluble que sus análogos y por consecuencia tiende a difundirse mejor en los tejidos,



minimizando su excreción. Sin embargo, todos los  $\beta$ A serían más liposolubles de no ser porque la amina que poseen, se encuentra a un pH fisiológico menor al del estómago.

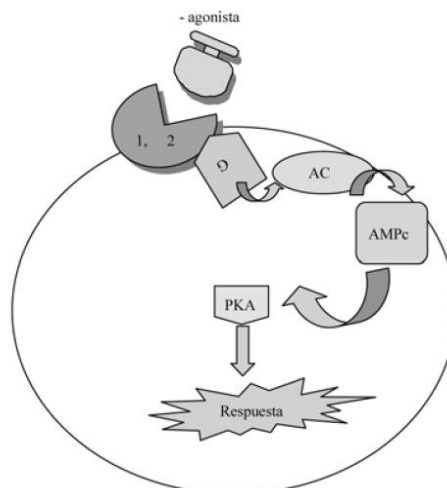
**Figura 1. Estructura química del clenbuterol [(RS)-1-(4-amino-3,5-dicloro-fenil)-2-(tert-butilamino) etanol] Fuente: Vera (2011)**



### MECANISMOS DE ACCIÓN DE LOS BETA-AGONISTAS

Los  $\beta$ A actúan en dos zonas distintas: el tejido adiposo y el muscular. En el tejido adiposo, aumentan el metabolismo degradativo de los lípidos, impidiendo y reduciendo por tanto, la deposición de grasa. La activación de los receptores adrenérgicos de las proteínas G de las membranas celulares, causa un aumento en el AMPc, que activa a la Protein Kinasa A, la cual fosforila a la hormona lipasa. La lipasa fosforilada es la forma activa que inicia la lipólisis o respuesta biológica. Por lo tanto, un aumento en el catabolismo y una reducción en el anabolismo, llevará a una reducción del tejido adiposo y en consecuencia a una reducción del depósito de grasa en la canal (Domínguez et al., 2008).

**Figura 2. Principales receptores  $\beta$ -adrenérgicos (1,2) con su respectivo sistema transductor (proteína G); su efector primario (enzima adenilciclasa, AC); segundo mensajero (AMPc) y su efector secundario (Protein Kinasa A) (Tomado de Mersmann, 1998)**



En el tejido muscular, los  $\beta$ A aumentan el riego sanguíneo hacia el músculo por lo que existe una mayor disponibilidad de energía y aminoácidos; en consecuencia aumenta la síntesis de proteínas que favorecen la hipertrofia muscular, principalmente de los músculos del cuarto trasero del animal (Domínguez et al., 2008).



## EFFECTOS EN EL GANADO

En los estudios revisados por Vera (2011), se mencionan diferentes aspectos sobre el comportamiento productivo y la calidad de la canal de bovinos de diferentes razas. En la tabla 1 se muestran los resultados de becerros de raza Hereford tratados con clenbuterol a lo largo de 500 días. Los terneros tratados con 10 ó 500 mg/cabeza/día mostraron una ganancia de peso similar a la de los no tratados pero el rendimiento de la canal, el área del músculo *Longissimus dorsi* y el porcentaje de proteína fueron superiores. Según este autor también se observó una mejor conversión alimenticia y el porcentaje de grasa de la canal se redujo considerablemente en los animales tratados.

En otras razas (becerros Friesian) los animales tratados con clenbuterol retienen más nitrógeno. En definitiva, se puede decir que las canales de los becerros tratados con clenbuterol son más pesadas que las de los becerros sin tratar (Vera, 2011).

El problema de intoxicación por clenbuterol deriva de su uso en alimentación animal en cantidades superiores a las dosis terapéuticas empleadas en medicina veterinaria (5-10 veces), así como de su almacenamiento en algunos órganos tales como el hígado. Los síntomas de intoxicación por esta sustancia son: taquicardia, ansiedad, temblor, cefalea, rubor facial e hipertensión, entre otros.

En muchos países se han hecho esfuerzos por tratar de detectar con mayor facilidad el clenbuterol en diversos tejidos animales, utilizando diversas técnicas analíticas tales como el enzimoimmunoanálisis (ELISA) y la cromatografía (Vera, 2011).

**Tabla 1. Comportamiento productivo y características de la canal de bovinos Hereford tratados con clenbuterol (tomado de Vera, 2011).**

		CLENBUTEROL (mg/cabeza/día)		
		0	10	500
Peso vivo kg		447	436	424
Ganancia diaria de peso kg	0-28	1.304	1.085	0.455
	0-56	1.237	1.177	0.737
	0-98	1.098	1.007	0.868
Grasa; riñón, pélvica y corazón %		2.52	1.93	1.68
Rendimiento de canal %		63.71	64.51	63.52
Profundidad de la grasa 12 costilla cm		1.29	0.83	0.75
Área músculo <i>longissimus</i> 12 costilla cm <sup>2</sup>		79.6	88.1	92.6
Proteína en canal %		15.3	17.3	17.5
Grasa en canal %		35.9	28.7	25.3

## CONCLUSIONES

Partiendo de los estudios revisados, podemos concluir que los  $\beta$ A, como el clenbuterol, modifican el metabolismo celular, mejoran la eficiencia productiva y la calidad de la carne de bovinos. Pero por otro lado, el clenbuterol, es capaz de inducir problemas de salud pública con intoxicaciones graves en humanos, por ser una molécula con potencial tóxico. Por todo ello, hoy en día se llevan a cabo unos controles de calidad en los productos cárnicos muy exhaustivos, garantizando la seguridad sanitaria ante posibles intoxicaciones. A mi propio juicio, y según los artículos tratados, la principal razón por la que se prohíbe el uso de clenbuterol en producción animal es la salud del consumidor,



aun que no se mencione el bienestar del animal. No obstante, en mi opinión, el hecho de alterar el metabolismo de lípidos y proteínas en el animal, no tendría por qué perjudicar a su bienestar.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- Domínguez I.A., Mondragón J., González M., Salazar F., Bórquez J.L., Aragón A. 2008. CIENCIA ergo sum, Vol. 16, (278 – 284).
- Martínez M.M. 1998. Tesis Doctoral. Departamento de Fisiología Animal, Universidad Complutense de Madrid.
- Mersmann, H.J. 1998. Journal of Animal Science, 80, E24-E29.
- Ricardo E., Caicedo R.E., Torres A., Bustamante Y., Paz M., Ramírez M.P., Hernández J. S., Zepeda R. 2011 [En línea]. <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-carne/nutricion/articulos/clenbuterol-en-bovinos-t3391/141-p0.htm>. Fecha de consulta 12/03/2012.
- Vera J.K. 2011. Biagrocencias, 4, nº1 (48-52).





## EL MUNDO EQUINO: UNA REVISIÓN SOBRE SU REPRODUCCIÓN Y COMPORTAMIENTO

Fernández, Pilar; Gutiérrez, Isabel; Dorado, Rocío.

Tutor: Alvir, María Remedios

Departamento de Producción Animal. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid

Correo electrónico: pilar.fernandez.lapena@alumnos.upm.es,  
i.gutierrez@alumnos.upm.es, rocio.dorado.arco@alumnos.upm.es

### RESUMEN

El caballo, *Equus ferus caballus*, mamífero perisodáctilo de la familia de los équidos, es un animal gregario. No es una especie propiamente zootécnica, pero tiene gran interés para la obtención de razas puras. Las yeguas son poliéstricas estacionales y tienen los celos en otoño y primavera. Hay que saber detectar los celos en las yeguas, así como su estado de preñez, para poder adecuar la alimentación. Si la yegua queda preñada, el potrillo nacerá al cabo de 11 meses, en Enero o Abril. En España hay una gran tradición de monta natural, sin embargo, la inseminación artificial y la transmisión de embriones han cobrado mucha importancia debido al gran valor de los caballos como animales de competición.

**Palabras clave:** yegua, celo, reproducción

### INTRODUCCIÓN

El caballo (*Equus ferus caballus*) es un mamífero, herbívoro, cuadrúpedo y de cuello largo y arqueado. A la hembra se le llama yegua y a las crías potros o potrillos si son machos y potrancas si son hembras. Tiene gran interés ya que su crianza, técnicas de mejora genética y reproducción han sido ampliamente desarrolladas. Su cría no se destina a la obtención de carne, leche u otros subproductos, si no que se pretende conseguir razas puras competitivas para los deportes ecuestres como el polo, la hípica o la doma clásica. (Wikipedia, *Equus ferus caballus*, 2011).

### ANATOMÍA Y REPRODUCCIÓN DE LA YEGUA

El aparato reproductor de la yegua se caracteriza por poseer ovarios en forma de judía de 7 a 8 cm de largo y 4cm de ancho; y un útero bicornio con dos cuernos de 25 cm. Presenta dos glándulas mamarias en posición inguinal con dos orificios en cada pezón. El ciclo estral depende del fotoperíodo, ya que las yeguas son poliéstricas estacionales, con una duración de 21 días y permanecen en celo durante un lapso de 5 días. La ovulación se da entre las 12 y 36 horas tras haberse iniciado el celo (Damarys L., 2011). Un caballo manifiesta su instinto sexual al cumplir el primer año de vida, alcanza la pubertad a la edad de dos años y su madurez sexual a los cuatro años. En todo caso, no es recomendable someter a apareamiento a los machos ni a las hembras antes de los tres años (Pérez A., 2011). El celo aparece en las estaciones de otoño y primavera, cuando la hierba es más abundante y las temperaturas son más favorables. La preñez dura 11 meses (entre 335 y 350 días), esperándose el nacimiento de un máximo de dos potros en los meses de Enero o Abril. La lactación perdura durante unos 6 o 7 meses, pudiendo entrar nuevamente en celo una vez se halla destetado la cría (Cintora I., 2010).

### DISTINTOS COMPORTAMIENTOS DE LA YEGUA Y EL MACHO

El caballo es un animal gregario y por seguridad siempre trata de permanecer cerca de sus compañeros de especie. También se le considera un animal sociable, porque tiene un buen comportamiento con respecto a otros animales como el perro o la cabra. El lenguaje de los caballos es mayormente visual, ya que el lenguaje verbal puede atraer a depredadores. Se debe tener en cuenta, que dentro de una manada de caballos existe una jerarquía que marca el comportamiento de los individuos a la hora de comer, desplazarse, etc; distinguiéndose claramente cuál es el líder de la manada. El ser

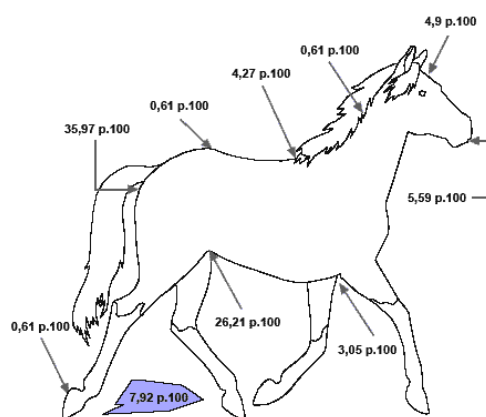


humano debe beneficiarse tanto del conocimiento de los signos como de la jerarquía de la manada, estableciéndose y demostrando su liderazgo.

### COMPORTAMIENTO EN CELO

Los órganos sexuales durante el celo de la yegua presentan unos síntomas inequívocos que nos ayudan a estimar su aparición: hinchamiento de la zona vulvar y palpitamiento, secreción de moco vaginal, aceptación del semental, separación de los miembros posteriores en presencia del garañón o semental, levantamiento de la cola y aumento de la micción y secreción de feromonas. Cuando el celo se despierta en la yegua, tiene lugar la secreción de feromonas por medio de la orina. Esta sustancia es la que hace al semental acercarse a la hembra. El macho reacciona olfateando el aire con gran énfasis (Figura 1).

**Figura 1. Partes de la yegua olfateadas por el semental durante el celo (Cintora I., 2010)**



Los relinchos del semental se vuelven más continuos y prolongados. El macho se acerca a la hembra e intenta cubrirla, siendo a veces rechazado, sobre todo en animales primerizos.

La erección del macho puede alcanzar un metro y medio, sin embargo la copula es breve, con una media de 13 segundos. En tan solo 6 o 7 movimientos la eyaculación tiene lugar (Herradurasport, 2009).

### COMPORTAMIENTO EN LA PREÑEZ Y EL PARTO

Las yeguas cuando están preñadas se muestran más tranquilas, con más apetito, sus mamas se engrosan y al cabo del quinto mes su abdomen aumenta claramente su volumen. Cuando se aproxima el momento del parto, la yegua vuelve a mostrarse inquieta, disminuye la ingesta de alimentos, las mamas se ponen turgentes y el animal se levanta y se acuesta con frecuencia. Los labios de la vulva se abren y se asoma la bolsa amniótica, cuya rotura permitirá la lubricación del canal del parto. Un parto normal dura entre 20 y 30 minutos. El potro debe ser capaz de levantarse a las 2 horas y de mamar a las 3 o 4 horas. Si en 24 horas no ha tomado calostro se debe considerar de alto riesgo, ya que es necesario absorber las inmunoglobulinas maternas. Es importante controlar la defecación de las primeras heces del potro o potranca, llamadas meconio, que sirven para limpiar el intestino del mismo.

La yegua posee la capacidad de adelantar o retrasar el nacimiento de las crías, en función de la temperatura y la cantidad de alimento disponible. Normalmente, paren durante la noche en un lugar apartado; cuando son menos susceptibles de ser atacadas por un depredador. Por ello, las hembras normalmente paren en solitario, separada del resto de la manada y fuera del control humano (excepto que estén estabuladas). Es muy normal la ingesta de la placenta por parte de la yegua para eliminar cualquier rastro del parto.



La detección de la gestación es complicada en animales en extensivo, solo controlando la vuelta del celo. En animales estabulados, el diagnóstico de la preñez se realiza mediante: ultrasonografía transrectal, palpación rectal, no retorno al estro y pruebas bioquímicas.

### INSEMINACIÓN ARTIFICIAL

La inseminación artificial en equinos estabulados ha cobrado importancia en los últimos tiempos. Este método consiste en recolectar semen de un garañón e introducirlo en el cuerpo del útero de la yegua, con las ventajas que esto supone: acelera la mejora genética; elimina la necesidad de desplazar las yeguas; disminuye los gastos de cubrición y evita la sobreutilización del semental, permitiendo una evaluación inmediata del semen del macho.

El semen puede ser fresco, frío o congelado. Los espermatozoides equinos se caracterizan por mantenerse viables durante un período relativamente largo dentro del aparato genital de la hembra. No obstante existe mayor probabilidad de concepción cuando el proceso se realiza entre uno y tres días antes de la ovulación (Animalosis, 2008). La predicción del momento de la ovulación puede realizarse mediante palpación rectal o ultrasonografía. La ovulación también puede inducirse con la aplicación de gonadotropina corionica humana (HCG), la cual tiene efecto hormona luteinizante (LH) (Fernández F. et al., 2008). Para recolección del semen se emplea normalmente una vagina artificial, montando el caballo sobre un maniquí. El semen es recogido en un recipiente templado (vagina artificial) para evitar un shock térmico que pueda dañar los espermatozoides. También debe protegerse de la luz y no ser agitado. Tras la recogida, si no va a ser utilizado en el momento, es necesario diluirlo, a una tasa entre 1:1 y 1:8, siendo la más habitual 1:3 ó 1:4. En la tabla 1 se indica las características físicas y químicas en diferentes especies (*Tabla 1*).

**Tabla 1. Características físicas y químicas del semen de diferentes especies (Caspí L. M., 2009)**

CARACTERÍSTICAS	TORO	VERRACO	CABALLO
Color	Blanco lechoso	Blanco grisáceo	Blanco grisáceo
Volumen (ml)	5-8	150-200	60-100
Concentración (millón spz/ml)	1000-1800	200-300	100-150
Motilidad espermática (%)	65	70	65
Espermatozoides morfológicamente normales (%)	65	70	65
pH	6,5-6,9	7,2-8,3	7,2-7,5

Los mayores inconvenientes de la inseminación artificial, ya sea con semen refrigerado o congelado, es que precisa de un amplio conocimiento de la metodología, la inversión en un equipamiento mínimo, sementales con semen capaz de resistir la refrigeración y la congelación y una detección precisa del ciclo estral de la hembra (Estévez A. et al., 2004).

### TRANSFERENCIA DE EMBRIONES

Esta es una técnica que consiste en transferir un embrión de una yegua donante a una yegua receptora. Estas dos hembras deben tener su ciclo estral sincronizado. También existen tratamientos hormonales que garantizan que el animal ovulará exactamente en el momento que se pretende. Los objetivos de esta técnica pueden ser:

- Obtener un mayor número de potros por año y yegua.
- Empezar a tener descendencia de una yegua a partir de los dos años de edad.
- Obtener potros de yeguas de gran valor pero con problemas de fertilidad.



- Obtener descendencia de yeguas con problemas de salud no reproductivos.
- Obtener potros de yeguas que están compitiendo. En este caso la yegua donante es de muchísimo valor, mientras que la yegua receptora es una yegua corriente (Pérez Martín M., 2010).

Una idea de la viabilidad de los fetos obtenidos por transferencia embrionaria lo da el experimento recopilado por Palma G.: realizaron 29 transferencias embrionarias no quirúrgicas de la cuales el 55% de las receptoras estaban preñadas a las 3 semanas, y el 48% mantenían su preñez en el segundo mes. (Palma G., 2001)

### ALIMENTACIÓN

Las necesidades de una yegua gestante hasta el mes siete de gestación, son las mismas que la de una hembra sin preñar, es decir, de mantenimiento. A partir del séptimo mes hasta el parto sus requerimientos nutricionales aumentan un 10% y durante la lactación un 20% (Garzaron A., 2007). Si existe pasto de buena calidad, lo mejor es dejar que la yegua acuda al pastizal durante el verano, comenzando a dar las raciones complementarias y aumentando su cantidad a medida que vaya disminuyendo la cantidad de hierba y su calidad, y el clima sea más desfavorable (Caballomania, 2004).

### CONCLUSIONES

Actualmente hay un interés social y económico creciente sobre la cría y mejora del caballo. El problema tradicional de la baja fertilidad (20%) de esta especie se ha superado gracias a un conocimiento más profundo sobre los métodos reproductivos. Paralelamente se ha mejorado la alimentación de estos animales. Es por ello que deben continuar las investigaciones, trabajando conjuntamente con los criadores para mejorar el potencial reproductivo.

### AGRADECIMIENTOS

A María Remedios Alvir, Antonio Vallejo, Laura Vallejo y Fernando Vallejo por su interés y amabilidad.

### BIBLIOGRAFÍA

- Abrau García E., 2005. Estudio comparativo sobre el sistema genital femenino. Material docente, Universidad Francisco de Miranda, Venezuela.
- Asociación Nacional de Criadores de Caballos de Pura Raza Española. Web: <http://www.ancce.es/>. Fecha de consulta: 20-12-2011
- Animalosis, Inseminación artificial en yeguas, 2008. Fecha de consulta: 20-12-2011
- Caballomania, Cuidados prenatales de la yegua. Enciclopedia ecuestre nº4.
- Caballos y pastoreo, Reproducción equina. Página web especializada: <http://caballosypastoreo.galeon.com>. Fecha de consulta: 20-12-2011
- Cabané A., El Secreto de la Evolución, 2008. Revista online El mundo del caballo. Nº86.
- Caspi L. M., 2009. Determinación del momento óptimo del celo para la inseminación artificial en las hembras equinas. Universidad Estatal de Bolívar, Ecuador.
- Cintora I, 2010. Reproducción equina. International Bussiness Community Related to Animal Production, Equinos. Buenos Aires, Argentina.
- Damarys L., 2010. El proceso reproductivo de los equinos. Mundo pecuario.
- Estévez A. et al., 2004. Inseminación artificial en caballos.
- Fernández F. et al., 2008. Fertilidad en yeguas cuarto de milla tratadas con gonadotropina corionica humana utilizando semen congelado, Revista Salud Animal v.30 n.3 La Habana
- Garzaron A., 2007. Recomendaciones generales para el cuidado de la yegua receptora y el potrillo, Centro de Reproducción Intendente Alvear.
- Herradurasport, El caballo: reproducción y apareamiento, 2009. Página web especializada: [www.herradurasport.net/](http://www.herradurasport.net/) Fecha de consulta: 20-12-2011
- Palma G., 2001. Biotecnología de la reproducción. Ediciones del Instituto Nacional de Tecnología agropecuaria. Págs. 580-590.
- Perez A., 2011. Comienza la Época de cubrición. 2011. Noticia, página web trofeo de caballo. Fecha de consulta: 20-12-2011
- Perez Martín M., 2010. Transferencia de Embriones Equinos: descripción de la técnica. 2010.
- Wikipedia, Equus ferus caballus Caballo. Enciclopedia online. Fecha de consulta: 20-12-2011



## INDICACIONES GEOGRÁFICAS E IDENTIFICACIÓN DE EXTERNALIDADES SOCIO-ECONÓMICAS. EL CASO DEL SALAMI DE TANDIL (ARGENTINA)

Cendón, María Laura <sup>1</sup>

Tutor: Velasco, Ana <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Becaria Fundación Carolina, Doctorado Economía Agraria, Alimentaria y de los Recursos Naturales. ETSI Agrónomos, UPM. Investigador Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria- Docente UNMdP

<sup>2</sup> Docente-Investigador Departamento de Economía y Ciencias Sociales, E.T.S.I. Agrónomos, UPM

Correo electrónico: laura.cendon@cchs.csic.es; ml.cendon@balcarce.inta.gov.ar; ana.velasco@upm.es

### RESUMEN

El cambio de la percepción de los consumidores en relación con los atributos de calidad de los alimentos y la necesidad de agregar valor, explican el desarrollo de estrategias empresariales que incorporan estos rasgos específicos, vía la introducción de signos de calidad tales como las indicaciones geográficas.

El objetivo del trabajo es identificar los principales efectos sobre las firmas involucradas así como las posibles externalidades socio-económicas de la denominación de origen del salami de Tandil, a partir de la reconstrucción de su proceso de implementación.

Para responder a este objetivo, se utiliza el enfoque teórico-metodológico de la Sociología de la Innovación y de Sistemas Agroalimentarios Localizados. Así, mediante la revisión bibliográfica y la realización de entrevistas semi-estructuradas, se estudia el proceso de construcción de una DO y se reflexiona sobre los principales efectos de ésta, sobre los actores involucrados y el territorio.

**Palabras clave:** *sistemas agroalimentarios localizados, indicaciones geográficas, externalidades socio-económicas*

### INTRODUCCION

En los últimos tres años se observa un fuerte impulso en relación a los signos de calidad para la protección y valorización de productos agrícolas y alimentarios con identidad territorial, así como en el marco de proyectos de investigación y la conformación de grupos de discusión en torno a la Red de Sistemas Agroalimentarios Localizados. Sin embargo, el proceso es aún de incipiente.

Entre las principales ventajas de la implementación de signos de calidad se mencionan: la protección legal, el fomento a la organización de sectores productivos, la disminución del costo de transacción para los consumidores, la difusión de conocimientos, el apoyo al desarrollo rural, el agregado de valor, etc. (Sanz Cañada y Macías, 2005).

En Argentina esta implementación es reciente por lo que muchas de las ventajas señaladas en la literatura aún no pueden ser cuantificadas, sin embargo sí es posible e interesante estudiar el proceso de construcción de una denominación de origen (DO)<sup>1</sup>, con sus complicaciones y ventajas así como identificar las externalidades socio-económicas que es el objetivo de nuestro trabajo, enunciado más arriba.

### MARCO TEORICO-METODOLOGICO

Para responder a dicho objetivo se utiliza el enfoque de sistemas agroalimentarios localizados y los principales conceptos teóricos-metodológicos de la Sociología de la Innovación.

El **Sistema Agroalimentario Localizado (SIAL)**, se define como una concentración de empresas e instituciones en red especializadas sectorialmente y que tienen en común activos específicos vinculados a un territorio (Cirad-SAD, 1996). El territorio hace mención a la concepción del territorio-recurso, es decir como un espacio socialmente

<sup>1</sup> En este trabajo utilizaremos en el mismo sentido "Denominación de Origen" (DO) e "Indicación Geográfica" (IG), si bien ambos implican características diferenciales, éstas no son relevantes en función del objetivo del trabajo.



construido, determinado históricamente y regulado institucionalmente, capaz de generar toda una serie de externalidades territoriales positivas, o bien a contribuir a reducir externalidades territoriales negativas, como son las medioambientales (Sanz-Cañada, 2010). El enfoque está compuesto por cuatro líneas de investigación: la coordinación de actores, redes sociales y acción colectiva, la gestión de recursos naturales y la herencia cultural, la dinámica de conocimiento, capacidades e innovación y la calificación de productos (Muchnik and Sainte-Marie, 2010).

Desde el enfoque de la **sociología de la innovación** se toma el enfoque teórico-metodológico para el estudio del proceso de construcción de redes, entendido como un camino de sucesivas traducciones para la generación de convergencia alrededor de intereses comunes. Los principales conceptos movilizados son: a) la Red, un conjunto coordinado de actores humanos y no-humanos heterogéneos que participan colectivamente en la producción, distribución y difusión de una innovación, b) la traducción, como operación permanente y evolutiva que trata de establecer un lenguaje común entre puntos de vista diversos más allá de las controversias generadas, c) el principio de simetría: se considera con la misma importancia a los sujetos (humanos) y a los objetos (no-humanos), d) la convergencia, como el grado de acuerdo logrado, e) la irreversibilidad asociada a la durabilidad y robustez de la red (Callon, 2001).

Para llevar a cabo la investigación recogimos información primaria vía entrevistas semiestructuradas (treinta) a los actores que participan en la experiencia de calificación del Salami de Tandil tales como productores, cámaras empresariales, Municipio, Sector educativo e investigación<sup>2</sup>. La información fue sistematizada identificándose las principales etapas, el contexto legislativo e institucional, los factores que explican las controversias suscitadas alrededor de las entidades humanas y no-humanas y las principales externalidades socio-económicas a lo largo del proceso de construcción de la D.O.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se presenta de manera sistematizada las fases del proceso de construcción de la D.O. para posteriormente identificar las principales externalidades socioeconómicas.

El **Proceso de construcción de la D.O. “Salami de Tandil”** se reconstruye a partir del relato de los propios actores y en paralelo se plantea la conformación del marco regulatorio (leyes, disposiciones) así como cursos, talleres de capacitación y difusión.

**Fase1 (mediados de los 90-2002):** En este periodo se aprueba la Ley nº 25.380 que regula las indicaciones geográficas, se realiza una primera reunión donde participa la Cámara Empresaria, el Instituto de Desarrollo Bonaerense- IDEB-, las principales fábricas de quesos y chacinados y elaboradores de hojas de cuchillo (productos reconocidos por su origen a nivel nacional). Le seguirán diversas reuniones para sobrepasar discrepancias sobre la pérdida de identidad de las empresas y debate sobre la elaboración del protocolo que refleje las normas de calidad establecidas. El objetivo inicial es la protección legal y la promoción de un producto con cualidades diferenciales en razón de su origen geográfico, reconocido a nivel nacional y que es uno de los principales productos consumidos por los turistas.

**Fase 2 (mediados 2004-08)** En esta fase aprueban la Ley Modificatoria de IG en armonía con las disposiciones internacionales y la Resolución donde se determina que el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (MAGyP) será la autoridad de aplicación y seguimiento de expedientes. En paralelo, es importante mencionar la conformación de la red argentina SIAL por un grupo de investigadores- extensionistas quienes constituyen un foro de discusión en torno a seminarios, cursos de posgrados y congresos.

A nivel local, en el periodo 2004-06 se lleva a cabo un proyecto enmarcado en el Programa Institucional de Alimentos de la UNCPBA que tiene como objetivo la estandarización del salami tandilero, apoyándose en la experiencia realizada en Italia

<sup>2</sup> Instituto Agrotecnológico Tandil – IAT-, INTA, Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires -FCV/UNCPBA



sobre el salami de Toscana, logrando al tiempo un trabajo conjunto entre las cuatro firmas PyMEs locales más representativas del sector, en pos de alcanzar la calificación de uno de sus productos regionales. A pesar que este proceso no fue sencillo, las firmas finalmente alcanzaron un acuerdo en la definición de una fórmula común basada en características tales como: porcentaje de carne bovina y de cerdo, porcentaje de tocino y diámetro de cortado, tamaño del salami, diámetro, peso, tipo de tripa, especies, sal, porcentaje de merma, máquinas utilizadas en su elaboración. En el año 2006, los actores participantes del proceso elevan la propuesta para la obtención de la DO salami de Tandil.

**Fase 3 (2009- comienzos de 2012)** Luego de tres años de aparente discontinuidad, este proyecto fue reactivado con la reglamentación de la Ley Nacional de IG mediante el Decreto 556/09 y la Constitución de la Comisión Nacional Asesora de Indicaciones Geográficas (CNA) Así se realizan especificaciones en relación con: factores que determinan el posible vínculo de un producto agroalimentario con el territorio, Pliego de Condiciones para la presentación del caso, participantes y alcances de los Consejos Reguladores, entre otros.

Otras acciones importantes en esta fase de intensificación fueron: a) la aprobación de los signos distintivos de las IG mediante la Resolución 546/2011 del MAGyP; b) la firma de un Convenio de cooperación para Impulsar las IG entre éste y el Instituto Nacional de Propiedad Industrial (INPI) y c) los diversos talleres de capacitación sobre las IG en el marco de proyectos interinstitucionales nacionales e internacionales.

En el 2010 se constituyó el Consejo Regulador, se incorporaron otros actores de la cadena de producción y distribución; se trabajó en la justificación de la protección vía la realización de análisis, la delimitación del territorio, la realización de fiestas regionales para su promoción. Un tema fundamental en el debate fue la disponibilidad de suficiente materia prima para todas las firmas elaboradoras con la calidad determinada. En este sentido una de las empresas ha incorporado un importante criadero de cerdos intensivos y se está trabajando en la posible incorporación de otros. Finalmente, luego de los ajustes necesarios, en la Segunda Reunión de la CNA en 2011 fue aprobada la DO salami de Tandil.

#### **Identificación de externalidades socio-económicas.**

En la siguiente Tabla se presentan en base a Sanz Cañada (2010) la identificación de externalidades socio- económicas, sus indicadores y la información del caso de estudio.

**Tabla 1. Externalidades socio-económicas en la DO salami de Tandil (Argentina)**

Tipo de Externalidad	Indicadores	DO Salami de Tandil
Organización de la calidad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistemas de certificación</li> <li>-Reglamentación de calidad de la DO</li> <li>-Organización del Consejo Regulador.</li> <li>- Organización de las Cooperativas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En proceso.</li> <li>- Definición de un protocolo, análisis.</li> <li>- Organización Civil abierta sin fines de lucro</li> <li>- No se presentan.</li> </ul>
Sistemas de difusión de innovaciones y formación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistemas local de difusión de innovaciones y conocimientos</li> <li>- Comportamiento de los agentes frente a la adopción de difusiones y conocimientos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Difusión del conocimiento entre los miembros del C.R.</li> <li>- Capacitación, cursos (Municipio, IAT, Proveed.Insumos)</li> <li>- Baja Capac. Innovativa de PYMES, destacándose en innov. de producto. (Ghezan et al, 2004)</li> </ul>
Eficiencia y economía de alcance en marketing y comercialización	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Actividades colectivas de promoción</li> <li>- Agregación de valor según destinos y opciones comerciales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Negocios de delicatessen, asociados al turismo.</li> <li>- Fiesta Regional del Salame, promoción de la DO y venta conjunta.</li> <li>- Caminos y Sabores (Feria Bs As)</li> </ul>
Capital social y grado de asociacionismo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Participación de productores e industrias en el Consejo Regulador</li> <li>- Relaciones de confianza y capital social.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Participación de las industrias de un 75%.</li> <li>- Alta participac. de criaderos intensivos</li> <li>- Existe relaciones de confianza, proceso de largo plazo, perseverancia con marchas y contramarchas.</li> </ul>
Eficiencia organizativa de las instituciones de desarrollo local	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tipo de organizaciones y grado de asociacionismo</li> <li>- Liderazgo y jerarquía de los agentes en cada institución</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Algunas industrias participan en otras iniciativas conjuntas difundida por el Municipio (GRAMA, Marca Territorial) (Ghezan et al, 2008)</li> <li>- Papel clave FCV UNCPBA, IAT, Secretaría de Des. Local como dinamizadores y conformación de redes socio-técnicas.</li> </ul>



Redes interinstitucionales	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Tipología de redes (innov., comerc, etc</li> <li>- Relaciones de liderazgo y jerarquía</li> <li>- Grado de interdependencia, de cooperación y conflicto</li> <li>- Sinergias interinstitucionales</li> <li>- Modalidades de cooperación horizontal y vertical</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Existencia de redes a largo del proceso de construcción de iniciativas de valorización.</li> <li>- Liderazgo industria de mayor tamaño relativo.</li> <li>- En primer lugar conflicto en la definición del producto y posteriormente cooperación para la defensa y promoción del producto.</li> <li>- Cooperación fundamentalmente horizontal, los criaderos intensivos están integrados.</li> <li>- Búsqueda de acuerdos con criaderos de calidad en el territorio</li> </ul>
Puesta en valor del patrimonio natural y cultural	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Actividades de diversificación concéntrica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fiesta del Salame, participación en otras ferias regionales y de Turismo.</li> <li>- Feria nacional "Caminos y Sabores"</li> </ul>

FUENTE: Elaboración propia en base a Sanz-Cañada (2010)

## CONCLUSIONES

A partir del estudio de este proceso es posible identificar efectos positivos a pesar de su estado aún incipiente de operativización. En primer lugar la generación de una organización interprofesional a escala local, con una mayor organización del sector, desarrollo de capital social, articulaciones horizontales y verticales y difusión de conocimiento. En segundo lugar la realización de actividades conjuntas de diversificación concéntrica a través del turismo, la promoción del producto y venta conjunta a partir de eventos como fiestas y ferias regionales y/o nacionales. Un tercer elemento es la protección jurídica y el efecto indirecto de este signo de calidad como resguardo de la inocuidad del producto dada la característica multiatributo de la calidad.

Asimismo es importante destacar el papel clave del marco institucional con poder para inducir y sostener este tipo de iniciativas que cuentan con un interés previo y la perseverancia por parte de los productores. Así se observa una robustez del proceso en la tercera fase a partir que distintas instituciones e investigadores comienzan a participar en el proceso (vía la capacitación y extensión) así como los aportes económicos y los conocimientos de la firma de mayor tamaño.

Es necesario continuar analizando el proceso, su grado de convergencia, la forma de gobernanza que se desarrollará, la irreversibilidad de los acuerdos y redes que se han constituido ya que aún el proceso se encuentra en una situación incipiente a pesar de los años que han transcurrido.

## AGRADECIMIENTOS

A Javier Sanz Cañada por sus comentarios y aportes fundamentales al trabajo de investigación y a Ana Velasco Arranz por haber aceptado tutorar y supervisar este trabajo.

## BIBLIOGRAFÍA

- CALLON, M. 2001. redes Tecno-económicas e irreversibilidad. Revista de Estudios Sociales de la Ciencia. Numero 17, Vol. 8, Universidad Nacional de Quilmes. Argentina, pp.85-125.
- CIRAD-SAD. 1996. Systèmes Agroalimentaires Localisés. Organisations, innovations et développement local.27 p.
- GHEZAN, G.; CENDON, ML; VITERI, ML (2004): "Estrategias e Innovación en PyMES Regionales. El caso de chacinados y salazones (1992/2002)". Cuadernos del CEAgro N° 5. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Lomas de Zamora. ISSN 1514-8467 LATINDEX: Folio 7587.
- GHEZAN, M; MATEOS, M y CENDON, ML 2008. "Redes y controversias en el proceso de construcción de la calidad en un territorio. Interrogantes para el desarrollo local." IV Congreso Internacional de la Red SIAL" Argentina.
- MUCHNIK, J., SAINTE MARIE, C. de 2010 Le temps des Syal: techniques, vivres et territoires. Ed. Quae.Paris
- SANZ-CANADA, MACIAS-VAZQUEZ, A. 2005. Quality certification, institutions and innovation in local agro-food systems: protected designations of origin of olive oil in Spain, Journal of Rural Studies, 21, pp:475-486.
- SANZ-CANADA, J. 2010. Territorial Externalities in Local Agro-food Systems of Typical Food Products. The olive oil protected designations of origin in Spain. ISDA, Montpellier



## **SESIÓN C3**





## UN TRIGO SEGURO PARA CELÍACOS... REALIDAD O FICCIÓN

Amaro Osorio, Alexandra

Tutor: Giraldo Carbajo, Patricia

Departamento de Biotecnología. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid

Correo electrónico: alexandra.amaro@gmail.com

### RESUMEN

La enfermedad celíaca (EC) es una intolerancia al gluten presente en algunos cereales que afecta a gran parte de la población. El único tratamiento consiste en eliminar de la dieta cualquier tipo de alimento que contenga gluten, lo cual es una tarea difícil ya que se encuentra presente como aditivo en muchos alimentos. Un objetivo actual de la mejora de cultivos es la obtención de variedades de trigo con muy baja toxicidad para el colectivo celíaco. Sin embargo, la complejidad en la utilización de métodos basados en mejora tradicional ha conducido a los investigadores a recurrir a la biotecnología con ese objetivo.

**Palabras clave:** gluten, enfermedad celíaca, trigo

### INTRODUCCIÓN

La enfermedad celíaca (EC) es una intolerancia al gluten, elemento presente en numerosos cereales como el trigo, la cebada, el centeno y algunas variedades de avena. Se caracteriza por causar, en individuos genéticamente susceptibles, una reacción inflamatoria en la mucosa del intestino delgado que dificulta la absorción de nutrientes (Sollid, 2002).

La importancia de esta enfermedad radica en que afecta a individuos de todas partes del mundo. Su aparición es particularmente elevada en los países occidentales en los que hay una incidencia del 1% de la población (Gil-Humanes et al., 2010), aunque sólo está diagnosticada en el 25% de los casos según la Federación de Asociaciones de Celíacos de España (FACE). El escaso número de detecciones de la enfermedad se debe a que, hasta los años 80, la EC se asociaba a su forma clásica de presentación clínica en la que se encontraban síntomas como diarrea, disminución severa de peso y una importante malnutrición. Sin embargo, actualmente se han reconocido otras formas atípicas de manifestación que, combinadas con la utilización de nuevas pruebas complementarias, han permitido determinar la existencia de diferentes tipos de EC (sintomática, subclínica, latente y potencial).

**Imagen 1. Red proteica que forma el gluten**



Fuente. Shewry, 2009



## EL GLUTEN

El gluten (Imagen 1), que es el principal responsable de la calidad funcional en el trigo (fuerza, elasticidad y extensibilidad de la masa), es un complejo viscoelástico formado por la asociación de las proteínas denominadas prolaminas con lípidos y otros componentes, como minerales e hidratos de carbono.

Las prolaminas se dividen en gluteninas y gliadinas (Tabla 1) y representan un 80-85% del total de las proteínas del trigo, siendo la mayor parte de las proteínas de reserva del grano (MacRitchie y Lafiandra, 1997).

**Tabla 1. Clasificación de prolaminas según sus pesos moleculares**

Prolaminas	Peso molecular (Da)	Porcentaje sobre las proteínas del endospermo (%)
Gluteninas de alto peso molecular (HMW)	150.000 - 90.000	7
Gluteninas de bajo peso molecular (LMW)	45.000 - 38.000	28
$\omega$ -gliadinas	78.000 - 38.000	50
$\gamma$ -gliadinas	46.000 - 44.000	
$\beta$ - y $\alpha$ -gliadinas	40.000 - 28.000	

Fuente. Elaboración propia

La reacción inmune que tiene lugar en la EC se basa en la capacidad que tienen los epítomos DQ2 y DQ8, presentes en las proteínas del gluten, de estimular la proliferación de linfocitos T intestinales en pacientes susceptibles. Aunque algunos de estos epítomos se localizan en la fracción de gluteninas, la mayoría residen en la de gliadinas (Morón et al., 2008b), siendo más frecuentes en las  $\alpha$ -gliadinas. Por esta razón las gliadinas se consideran el componente tóxico principal que desencadena la EC (Broeck et al., 2009).

## OBTENCIÓN DE VARIEDADES DE TRIGO LIBRES DE GLUTEN

El incremento en el número de casos de EC durante los últimos años puede deberse a una mejora en los métodos de diagnóstico, pero también a un aumento en el consumo mundial de trigo en general y de gluten en particular. Además, la mejora del trigo ha estado encaminada principalmente a aumentar el rendimiento del cultivo, la resistencia a factores bióticos y abióticos negativos y la calidad funcional. Este último factor ha supuesto un aumento en la reactividad de las gliadinas presentes en variedades modernas con respecto a cultivares antiguos, los cuales tienen mayor diversidad. Esto parece indicar que es posible explotar la variabilidad en gliadinas de esos cultivares para obtener variedades modernas con una toxicidad “reducida” en programas de mejora (Broeck et al., 2010).

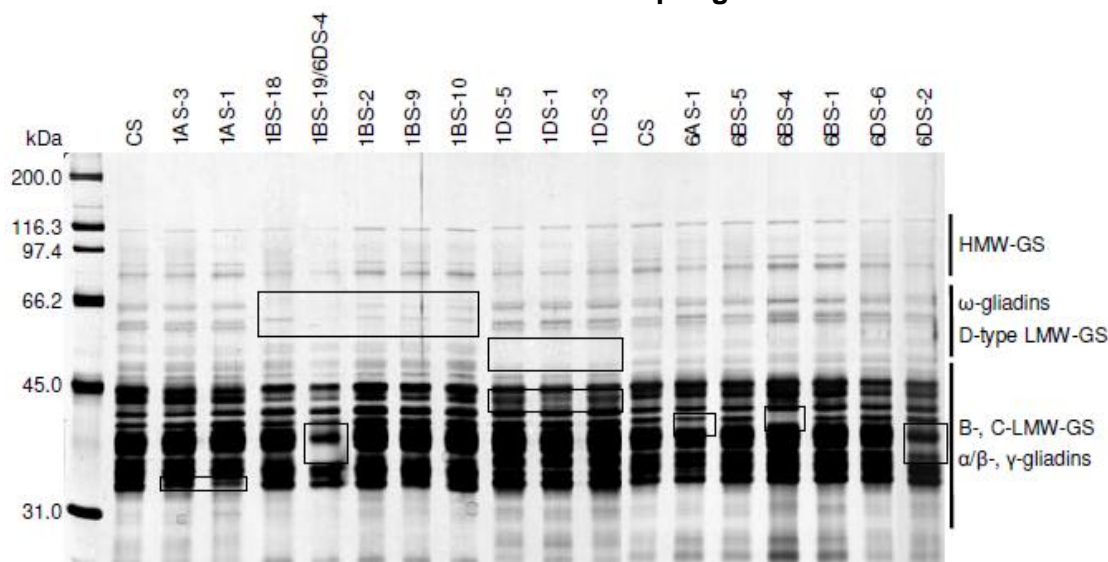
Un mayor consumo de alimentos elaborados y la utilización del gluten como aditivo en el 80% de ellos, supone un aumento de dos factores importantes que desencadenan la aparición de la enfermedad: la cantidad y la continua exposición al gluten (Broeck et al., 2010). El único tratamiento posible es el seguimiento de una dieta estricta libre de gluten. Sin embargo, nuestros hábitos alimenticios y el elevado porcentaje de población con la EC justifican la mejora orientada a obtener variedades de trigo libres de este componente.



## Mejora vegetal tradicional

La gran cantidad de genes distintos que codifican las gliadinas (entre 40 y 50) suponen un nivel de complejidad tan alto que hace muy difícil la obtención de variedades de trigo tolerables por pacientes celíacos utilizando métodos de mejora clásica. El estudio más prometedor hasta el momento se ha basado en la obtención de variedades con bajas cantidades de epítomos estimulantes de linfocitos T mediante la utilización de líneas de delección de trigo blando o panadero. En estas líneas se han eliminado regiones de alguno de los cromosomas que portan los genes que codifican las gliadinas del gluten, que son 1A, 1B, 1D, 6A, 6B y 6D (Imagen 2). Debido a la relación directa de las gliadinas con las propiedades harino-panaderas del trigo, se han seleccionado delecciones que permitan conservar una mínima calidad funcional. El análisis de la toxicidad en estas líneas, medida como una reacción frente a anticuerpos en suero de pacientes celíacos, ha mostrado una disminución importante sobre todo en las delecciones correspondientes al cromosoma 6D. Sin embargo, la masa pierde elasticidad y, por tanto, calidad panadera que se podría solucionar añadiendo a la harina otras proteínas monoméricas no reactivas procedentes de fuentes seguras como la avena (Broeck et al., 2009).

**Imagen 2. Análisis SDS-PAGE de prolaminas extraídas en líneas de delección de la variedad Chinese Spring**



Fuente. Broeck et al., 2009. CS: variedad silvestre de Chinese Spring. Los recuadros indican diferencias en las bandas de proteínas.

Un inconveniente de esta aproximación experimental es el hecho de que los genes que codifican las gliadinas se heredan en bloque. La estrecha asociación de éstas con las gluteninas LMW y la supresión de grandes regiones cromosómicas, suponen la eliminación de fragmentos de DNA portadores de genes que controlan de la expresión de caracteres deseados en estas líneas.

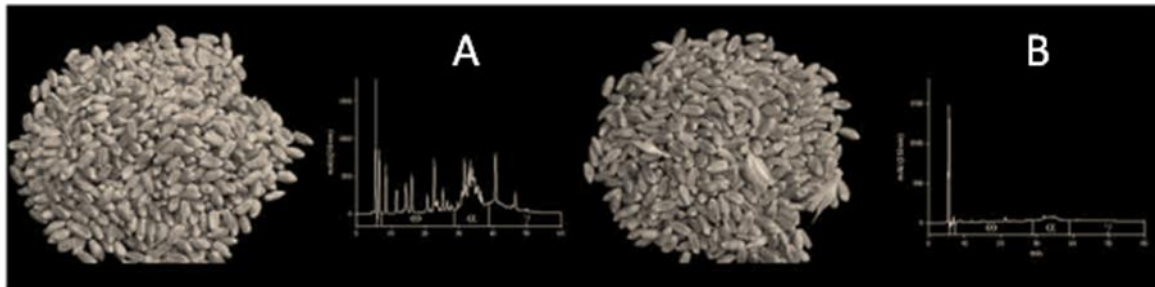
## Mejora vegetal biotecnológica

Las dificultades presentadas anteriormente para obtener trigos tolerables por personas con la EC mediante métodos tradicionales, condujeron a la posibilidad de utilizar la biotecnología para inhibir la expresión de las gliadinas mediante RNA interferente (RNAi), que es un proceso post-transcripcional que se traduce en un silenciamiento específico de genes.



Gil-Humanes et al. (2010) diseñaron vectores de silenciamiento utilizando secuencias muy conservadas entre todos los grupos de gliadinas, desarrollando así varias líneas de trigo panadero con muy bajos contenidos en estas proteínas. Para la mayoría de estas líneas transgénicas se redujo significativamente el número de epítomos que estimulaban los linfocitos T de pacientes con la EC. Asimismo, las pruebas de calidad funcional de estas nuevas líneas han dado valores comparables a los de trigos de calidad media.

### Imagen 3. Perfil del contenido en gliadinas



Fuente. Gil-Humanes et al., 2010. A) Trigo normal B) Trigo modificado genéticamente

## CONCLUSIONES

La importancia de la EC en la sociedad actual justifica el desarrollo de estudios orientados hacia la obtención de variedades de cereales en general, y trigo en particular, de baja toxicidad. La complejidad de la familia génica de las gliadinas y su importancia en la calidad funcional, dificultan enormemente este objetivo por métodos de mejora vegetal clásicos. Sin embargo, algunos estudios muy prometedores han mostrado que puede existir la posibilidad de obtener, mediante herramientas biotecnológicas como el silenciamiento génico, trigos con ausencia de gliadinas que conservan gran parte de su calidad funcional y que podrían ser utilizados en el futuro en la producción de alimentos para personas celíacas.

## AGRADECIMIENTOS

A Patricia Giraldo, mi tutora y mentora estos dos últimos años, gracias por tu paciencia y dedicación. A Raquel, Efraín y Araceli, cuyas aportaciones han sido tan valiosas para este trabajo. A Gabriel, gracias por apoyarme siempre en todo lo que hago.

## BIBLIOGRAFÍA

- van den Broeck H.C., de Jong H.C., Salentijn E.M.J., Dekking L., Bosch D., Hamer R.J., Gilissen L.J.W.J., van der Meer I.M., Smulders M.J.M. 2010. Theor Appl Genet, no.121, pp 1527-1539.
- van den Broeck H.C., van Herpen T.W.M.J., Schuit C., Salentijn E.M.J., Dekking L., Bosch D., Hamer R.J., Smulders M.J.M., Gilissen L.J.W.J., van der Meer I.M. 2009. BMC Plant Biology, 9:41
- Federación de Asociaciones de Celíacos de España (FACE) [en línea] (consulta febrero 2012) <[http://www.celiacos.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=5&Itemid=20](http://www.celiacos.org/index.php?option=com_content&view=article&id=5&Itemid=20)>.
- Gil-Humanes J., Pistón F., Tollefsen S., Sollid L.M., Barro F. 2010. PNAS, vol.107, no.39, pp 17023-17028.
- van Heel D.A., West J. 2006. Recent advances in coeliac disease. Gut, no.55, pp 1037-1046.
- MacRitchie F., Lafiandra D. 1997. Food Proteins and their Applications (S. Damodaran, ed.), Marcel Dekker, New York, pp 293-324.
- Morón B., Cebolla A., Manyani H., Álvarez-Maqueda M., Megías M., Thomas M.C., López M.C., Sousa C. 2008a. The American Journal of Clinical Nutrition, no.87, pp 405-414.
- Morón B., Bethune M.T., Comino I., Manyani H., Ferragud M., López M.C., Cebolla A., Khosla C., Sousa C. 2008b. PLoS ONE, vol.3, no.5, e2294.
- Shewry P.R. 2009. Wheat. Journal of Experimental Botany, vol.60, no.6, pp 1537-1553.
- Sollid L. M. 2002. Nat Rev Immunology, vol.2, pp 647-655.



## SITUACIÓN DE LA AGRICULTURA Y PERSPECTIVAS DE DESARROLLO EN EL VALLE DEL COLCA (PERÚ)

Iglesias García, Rubén

Tutor: Hernández Díaz-Ambrona, Carlos Gregorio

*Grupo de Cooperación AgSystem, CEIGRAM, Departamento de Producción Vegetal: Fitotecnia, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid*

### RESUMEN

La apertura del valle del Colca en Perú al turismo masivo y la mejora en las comunicaciones terrestres han traído consigo cambios importantes para los habitantes de la región. El uso de las tierras para la exportación y la concentración de las ganancias generadas por el turismo en cadenas hoteleras, generan conflictos que ponen en duda las políticas de desarrollo seguidas.

**Palabras clave:** andenería, cultivos andinos, turismo

### INTRODUCCIÓN

El valle del Colca está situado en la vertiente occidental de la cordillera de los Andes en el extremo Sur de Perú, en el departamento de Arequipa. Pertenece a la provincia de Caylloma, la cual tiene una extensión de 11.990 km<sup>2</sup> y está compuesta por 20 distritos siendo Chivay, a 3.633 msnm, su capital. Por el Valle del Colca discurre el río del mismo nombre, que nace a 4.400 msnm y recorre 450 km hasta desembocar en el océano Pacífico. La zona a la que nos vamos a referir en este estudio, tiene una mayor población y la actividad agrícola y económica es más intensa, siendo los 100 km que distan entre las localidades de Tisco, a más de 4.000 msnm. y Cabanaconde a 3.280 msnm.

Podemos dividir el valle en tres unidades paisajísticas: la montaña, la puna y la quebrada del valle. La zona más alta del valle se encuentra coronada por volcanes y montañas, *Apus* en Quechua, algunas de las cuales superan los 6.000 msnm. Estas montañas y sus glaciares constituyen la mayor fuente de agua para el valle. A continuación encontramos la puna, entre los 5.000 y los 3.800 msnm, caracterizada por la escasa variedad de vegetación, siendo las gramíneas las más abundantes. La principal actividad en esta zona es la ganadería de camélidos sudamericanos, llamas y alpacas principalmente. La zona de quebrada, entre los 3.800 y los 3.200 msnm es donde el cañón se empieza a profundizar y donde se dan unas mejores condiciones para la agricultura, teniendo en cuenta la orografía y clima en el que se encuentra.

El clima es frío y seco, como corresponde a una zona de montaña tropical, clasificándose como semiárido. Las precipitaciones tienen una estacionalidad muy marcada, siendo la época de lluvias entre Octubre y Marzo, y concentrándose prácticamente en su totalidad entre Diciembre y Marzo, con ligeras disminuciones en Febrero. Estas precipitaciones se mueven en un rango que va desde los 500 mm en los años húmedos a los 300 mm en los secos. La temperatura media anual en la parte agrícola del valle es de unos 12°C, con unas mínimas y máximas de 5°C y 18°C respectivamente. Si ascendemos a las zonas ganaderas de la puna encontramos unas temperaturas medias anuales de unos 5°C y unas mínimas y máximas de 10°C y -5°C.

### Evolución de la agricultura en el valle

La agricultura constituye el eje vertebrador del valle, para entender su funcionamiento es necesario explicar los hechos históricos ocurridos en el valle que han influido su agricultura.



Los andenes son la infraestructura agrícola más característica del valle y que son superficies de cultivo que han sido niveladas para reducir su pendiente, con un muro de retención normalmente de piedra (Denevan, 1980). La función principal de estas construcciones es aprovechar las laderas de los cerros para la agricultura, ya que debido a las fuertes pendientes del valle, el área útil de cultivo es escasa. Tienen además otras funciones como: racionalizar el uso del agua, efectos microclimáticos (protección contra heladas), facilitar el riego y conservar el suelo.

Según algunas investigaciones los andenes más antiguos que se pueden encontrar en el valle datan del 510±80 d.C (Malpass y De la Vera, 1990) y los más recientes del 1340±60 d.C (Treacy, 1994). Los primeros corresponderían a la época del imperio Wari, en la cual se desarrollaron en el valle importantes sociedades locales (Collagua y Cabana) aun hoy reivindicadas por los pobladores y los segundos corresponden a la época del imperio Inca.

Durante la época colonial (1532-1825) sucedieron importantes cambios en la organización social y económica del valle. Los pobladores fueron desplazados de sus antiguos asentamientos organizados en *Ayllus* y establecidos en las reducciones de indios durante la administración virreinal de Francisco de Toledo en 1574 dando lugar a los pueblos que hoy están establecidos en el valle. Esta era una manera de tener controlada a la población local y que fuese más fácil controlar el pago de impuestos. La actividad del valle cambió, cobró importancia la actividad minera. Por medio de la “Mita minera” los pobladores fueron forzados a trabajar en las minas en condiciones inhumanas de trabajo, reduciéndose su población drásticamente.

Aunque administrativamente de manera oficial el valle está dividido en distritos, de cara a la agricultura y a la propia organización social del valle son de mayor importancia sus 31 Comunidades de regantes. En estas comunidades están inscritas 32.903 parcelas de riego, que suponen unas 9.600 ha y el 95% del área de cultivo. Estas parcelas o *chacras* tienen una extensión muy variable encontrando algunas de tan solo 1 ó 2 m<sup>2</sup> hasta unos 1.000 m<sup>2</sup> (Mujica, 2002). Las familias tienen una media de 1,6 ha repartidas en varias parcelas en distintos pisos altitudinales practicando un control altitudinal de los diversos pisos ecológicos (Murra, 1972)

Los principales cultivos del valle por extensión son: alfalfa 1.702 ha; patata 1.558 ha; haba verde 1.451 ha; maíz amiláceo 1.441 ha; guisante grano verde 445 ha; cebada grano 336 ha; tuna 271 ha; haba seca 150 ha; maíz choclo 130 ha; avena forraje 114 ha, sumando un total de 8.325 ha, el 83,5 % de la superficie agrícola.

Las producciones medias anuales son: alfalfa 18 (siega en verde) t/ha; patata 13,5 t/ha; habas verdes 19,8 t/ha; maíz 9,9 t/ha; guisante 1,5 t/ha y cebada 1,2 t/ha (Robles, 2010). Otros cultivos que ocupan menos extensión pero que son importantes para la seguridad alimentaria del valle son algunos tubérculos como la Oca (*Oxalis tuberosa*) o el Olluco (*Ullucus tuberosus*) y los pseudocereales Quínoa (*Chenopodium quinoa*) y Kiwicha (*Amaranthus caudatus*). Estos, junto con la patata, son los cultivos mejor adaptados al clima andino y de los que existe un mayor número de variedades.

Los cultivos que se dedican en su mayor parte a la exportación vía Arequipa son el maíz, la patata y las habas verdes y secas. Son también a los que se dedica una mayor extensión de terreno junto con la alfalfa, que se utiliza como forraje para el ganado vacuno y para los cuyes (*Cavia porcellus*).

El objetivo de este trabajo es determinar en qué grado la llegada masiva de turistas y la implantación del sector turístico tradicional, cadenas hoteleras y agencias de viaje





externas al valle, desde finales de los 90 ha cambiado la economía del valle y las expectativas de vida de sus habitantes.

## METODOLOGÍA

Para analizar las tensiones surgidas entre turismo y agricultura y los problemas actuales de ésta, así como las distintas alternativas de desarrollo se ha hecho un análisis DAFO (metodología de estudio de la situación de una empresa o un proyecto, analizando sus características internas (**D**ebilidades y **F**ortalezas) y su situación externa (**A**menazas y **O**portunidades) en una matriz cuadrada). Este análisis se realizó con datos obtenidos en terreno durante el año 2011, utilizando diversas herramientas: 30 encuestas semiestructuradas, observación participante y 2 talleres participativos.

## RESULTADOS

Se observan fuertes tensiones entre los sectores agrícolas y turísticos tradicionales, desplazándose la población activa del primero al segundo, con riesgo de que el abandono de la agricultura siga creciendo y con ello la desestructuración social del valle. Existen claras oportunidades de diversificar la economía con la comercialización de productos agrícolas de calidad y el turismo sostenible de baja intensidad (Tabla 1).

## CONCLUSIONES

Aunque en la actualidad la seguridad alimentaria del valle está prácticamente asegurada, la pérdida de variedades locales adaptadas puede suponer un problema para ésta en el futuro.

Existe un fuerte potencial de desarrollo basado en el fomento de una agricultura sustentable y en las buenas prácticas agrícolas, que pongan en valor cultivos tradicionales andinos como la quinoa, la kiwicha, la oca, el olluco y la patata, cultivos estos adaptados a las condiciones extremas y con alto valor añadido en nuevos nichos de mercado y entre los turistas del valle.

Las autoridades competentes deben sensibilizarse de la importancia de las infraestructuras agrícolas de cara a la seguridad agrícola del valle y de cara al turismo sostenible.

**Tabla1. Resultados análisis DAFO**

	Ambientales	Sociales	Económicas
<b>Debilidades</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alta variabilidad de las condiciones climatológicas</li> <li>Bajos niveles de precipitación</li> <li>Periodo libre de heladas corto</li> <li>Baja diversidad de especies y variedades utilizadas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sector poco atractivo para los jóvenes</li> <li>Débil organización u asociación para la comercialización</li> <li>Falta de sensibilización y reconocimiento de la importancia del trabajo y saber campesino</li> <li>Orientación de los estudios de los jóvenes hacia el turismo</li> <li>Necesidad de capacitaciones hacia la producción sustentable</li> <li>Minifundio excesivo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alta dependencia de insumos químicos</li> <li>Alta dependencia de los precios marcados en mercados exteriores</li> <li>Falta de pequeñas industrias de transformación</li> </ul>
<b>Amenazas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Descenso de las precipitaciones</li> <li>Agotamiento de los suelos</li> <li>Contaminación de las aguas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Emigración forzada por falta de oportunidades</li> <li>Perdida de saberes</li> <li>Disminución de la seguridad alimentaria</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aumento en el precio de los combustibles</li> <li>Llegada de productos del exterior a precios más competitivos</li> <li>Uso de tierras productivas con fines no agrícolas</li> </ul>



<b>Fortalezas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Existencia de la propia andenería</li> <li>Conservación de la infraestructura de riego</li> <li>Amplio abanico de variedades locales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identidad colectiva</li> <li>Fortaleza de las comisiones de regantes</li> <li>Interés de los agricultores por aprender nuevas técnicas agrícolas</li> <li>Existe un equilibrio entre mercado y autoconsumo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alta demanda de productos en el mercado local</li> </ul>
<b>Oportunidades</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recuperación de variedades locales</li> <li>Recuperación de suelos mediante prácticas agrícolas sustentables</li> <li>Aprovechamiento comercial de la flora medicinal</li> <li>Horticultura</li> <li>Cosmética natural</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aumento de la responsabilidad social de las empresas del sector turístico</li> <li>Mejora de la organización social de cara a la transformación y comercialización agrícola</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aumento de la renta por la producción de calidad</li> <li>Aumento de la renta a través del turismo vivencial, agroturismo</li> <li>Nuevos mercados destinados a consumidores concienciados con el medio ambiente</li> <li>Aumento de la demanda de productos de comercio justo</li> </ul>

### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado gracias a una Beca Proyecto Fin de Carrera aplicado a la cooperación en la IV Convocatoria del Programa "Proyectos Fin de Carrera para el desarrollo" de la UPM financiado por la CAM y dentro del programa P>D Patrimonio de la AECID en el proyecto "Recuperación, puesta en valor y producción agropecuaria de andenerías prehispánicas en el valle del Colca (Perú)". Agradecer especialmente el interés mostrado por mi tutor Carlos Gregorio HernándezDíaz-Ambrona y el apoyo incondicional de Carlos Ramos, coordinador del programa de Becas de la UPM y de Fiorela Cano, Coordinadora de la Escuela Taller Colca-AECID.

### BIBLIOGRAFÍA

Denevan, W. 1980. Tipología de configuraciones agrícolas prehispánicas. *América Indígena* 40:619-652.  
 Malpass, M.A y De la Vera Cruz P. 1990. *Gaceta Arqueológica Andina*, Vol. 5 pp. 41-57.  
 Mujica E.; De la Vera Cruz, P., 2002. Paisajes culturales de los andes. pp. 149-168.  
 Murra, J., 1975. Documentos para la historia de Huánuco y la Selva Central. Vol. 2. pp. 427-476.  
 Robles R., 2010. *Revista española de antropología*, Vol.40 n.1, pp. 197-217.  
 Treacy, J.M., 1994. Las Chacras de Coporaque.



## CRIOCONSERVACIÓN DEL SEMEN. ASPECTOS GENERALES Y APLICACIONES ACTUALES

Arribas, Teresa; Aznar, Carmen; Rodrigálvarez, Gustavo

Tutor: Alvir, María Remedios

Departamento de Producción animal. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad politécnica de Madrid

Correo electrónico: t.arribas1@gmail.com; caznarp@gmail.com, tavor24@hotmail.com

### RESUMEN

En los últimos años, la inseminación artificial (I.A.) se ha convertido en el método más eficaz y extendido para el control de la reproducción de especies zootécnicas. Esta práctica implica que, una vez recogido el semen, ha de conservarse en condiciones óptimas para su posterior aplicación. La crioconservación es la conservación de dicho esperma a temperaturas bajo cero, durante un tiempo ilimitado y bajo unas condiciones específicas. La especie en la que mejores resultados de fecundación se han obtenido con semen crioconservado ha sido la bovina. En el resto de especies zootécnicas los resultados obtenidos siguen estando muy por debajo de lo esperado, por lo que la tendencia actual es investigar acerca de las posibles mejoras a introducir en esta técnica. El trabajo actual hace una revisión de la situación actual de la crioconservación, como instrumento de reproducción, y comenta algunos de los ensayos más recientes relacionados con esta técnica que se han llevado a cabo en las tres especies zootécnicas más importantes en la producción de carne mundial: Porcino, aviar y vacuno

**Palabras clave:** *crioconservación, especies zootécnicas, inseminación artificial*

### INTRODUCCIÓN

Se entiende por crioconservación el proceso por el cual células o tejidos son congelados a muy bajas temperaturas, entre  $-80^{\circ}\text{C}$  y  $-196^{\circ}\text{C}$ , con el objetivo de paralizar cualquier actividad biológica en ellos, y poder así mantenerlos en condiciones de “*vida suspendida*” durante tiempo indefinido. Entre las biotecnologías aplicadas a la reproducción, la inseminación artificial (IA) ha demostrado ser la herramienta más exitosa para la mejora genética de los animales de importancia zootécnica, especialmente en la industria bovina. Un requisito indispensable para el desarrollo de esta biotecnología es que el semen utilizado mantenga su capacidad de fertilidad después de haber sido criopreservado. Esto se da muy bien en el esperma del ganado vacuno y es el principal problema en el semen aviar y porcino. En aves, la crioconservación no tiene por el momento, demasiada aplicación práctica porque la capacidad fertilizante del semen congelado del gallo o pavo (especies aviares que más se producen en el mundo) es tan baja que los costes de producir aves comercialmente de esta manera no son todavía viables. En porcino los resultados son similares a la IA con semen refrigerado pero los costes y la dificultad del manejo son mucho más elevados, de manera que tampoco se ha implantado a nivel de explotaciones.

### MÉTODOS

Este trabajo consiste en una revisión bibliográfica de artículos científicos y diversas fuentes, citados a lo largo del texto y en el apartado de bibliografía.

### RESULTADOS

**BOVINO:** El proceso de congelación de semen bovino incluye la colecta, evaluación del semen, dilución y criopreservación. Los problemas de esta técnica se derivan de la progresiva concentración electrolítica citoplasmática (aumento de la concentración de productos de desecho) y aumento de la presión osmótica con la consiguiente pérdida del vigor del espermatozoide y su destrucción celular por formación de hielo durante el descenso térmico. Estos daños se minimizan incluyendo en el diluyente “crioprotectores”



como el glicerol, metilsufoxico o dimetilsulfoxico (MSO, DMSO), yema de huevo y azúcares, que disminuyen la progresiva concentración electrolítica y reducen el choque osmótico, impidiendo la salida del agua intracelular. El más utilizado en semen bovino es el glicerol, a una concentración final en el diluyente del 7%. Un estudio reciente muestra cómo afecta la yema de huevo de diferentes especies aviares en una concentración del 20%, a la conservación de semen de toro, (Lei Sua., Xilong Li y col, 2005) los resultados se presentan a continuación en la tabla 1.

**Tabla 1. Motilidad progresiva y viabilidad del semen de toro, tras la crioconservación con yemas de huevo de diferentes especies aviares**

Ave	Motilidad progresiva en semen fresco (%)	Motilidad progresiva en semen descongelado (%)	Viabilidad del semen fresco (%)	Viabilidad del semen descongelado (%)
Pollo	77,1+1,9	48,9+4,6	87,4+2,8	57,3+4,8
Pato		37,1+3,3		42,6+4,8
Ganso		46,1+3,5		52,4+3,7
Codorniz		35,6+2,3		43,3+2,4
Paloma		31,5+5,3		74,0+4,6

Los resultados demostraron que la yema de huevo de paloma tenía el mejor efecto crioprotector en términos de motilidad espermática progresiva y viabilidad del semen. Además se estudió en qué concentración se obtenían los mejores efectos crioprotectores. Los resultados de este ensayo se presentan en la tabla 2.

**Tabla 2. Motilidad progresiva y viabilidad de semen de toro, tras la crioconservación con diferentes concentraciones de yema de huevo de paloma.**

Concentración	Motilidad progresiva en semen fresco (%)	Motilidad progresiva en semen descongelado (%)	Viabilidad del semen fresco (%)	Viabilidad del semen descongelado (%)
5	75,9+4,4	35,3+4,9	86,3+5,5	46,4+6,8
10		44,6+8,3		51,3+5,7
20		65,1+3,0		74,3+3,0
30		40,0+4,0		50,2+2,8
40		34,0+3,4		43,0+3,7

Los resultados mostraron que la yema de huevo de paloma al 20% en diluyente fue la mejor concentración para proporcionar la mejor acción crioprotectora de esperma de toro entre las cinco concentraciones del ensayo.

**AVES:** El principal problema en este sector son los malos resultados obtenidos hasta ahora en cuanto a % de fertilidad del semen descongelado. Aunque existen estudios en los que se han alcanzado valores de fertilidad del 93%, se necesitaron 4 inseminaciones en 10 días y con una cantidad, casi 10 veces mayor de espermatozoides que utilizando esperma fresco. En un estudio realizado por el Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario (IMIDA) en busca de una alternativa para la recuperación y conservación de la gallina de la raza murciana, (N. Duchi Duchi, 2009) obtuvieron resultados poco esperanzadores para la utilización de esta técnica fuera de las granjas de mejora. El estudio se llevó a cabo con 6 gallos de raza murciana de 1,5 a 2 años y se extrajeron 96 eyaculados efectivos. A continuación se presentan en la tabla 3 los resultados obtenidos de la valoración espermática.



**Tabla 3. Valoración espermática del semen fresco y descongelado de gallo de raza murciana**

Semen Fresco			
Variable	Unid.	Promedio	EE
Volumen	ml	0,55	0,07
Concentración	$\times 10^9$ /ml	4,55	0,28
Motilidad	%	4,04	0,11
Vitalidad	%	82,63	3,21
SPZ sin daño de membrana	%	87,33	2,66
SPZ con daño de membrana	%	12,67	2,66
Semen Descongelado			
Motilidad	%	3,57	0,14
Vitalidad	%	62,73	5,66
SPZ sin daño de membrana	%	31,50	3,50
SPZ con daño de membrana	%	68,50	3,50

EE= Error estándar, SPZ= Espermatozoide

Los resultados de esta valoración indican que la técnica puede ser suficiente para un banco de germoplasma, pero que se necesita mejorar los resultados para una mayor eficiencia de la congelación y descongelación.

En relación a los criopreservantes, el glicerol presenta una desventaja frente al DMSO y DMA, que tiene un claro efecto contraceptivo en aves por lo que debe separarse de la muestra (por centrifugación), una vez descongelada, y ser sustituido simultáneamente por otro disolvente, para poder ser inseminada. En España son relevantes los estudios realizados por el IRTA en Reus (Miguel, J.A et al, y Parés, P.M et al, 2006) gracias a su programa de mejora de razas autóctonas catalanas. Por ahora los resultados concluyen que el DMSO parece el crioprotector más adecuado y que el éxito de la congelación depende significativamente de la raza. Los resultados de fertilidad, aunque muy bajos, muestran consistentemente un pico de fertilidad al segundo día post-inseminación. Esto corrobora la necesidad de inseminaciones muy frecuentes para poder mantener unos niveles de fertilidad aceptables durante el periodo de puesta.

**PORCINO:** El uso semen congelado en porcino en la actualidad se limita a algún programa de selección, transporte de dosis en largas distancias, conservación de poblaciones de interés por su escaso número y a pruebas realizadas por grupos de investigación, perdiéndose la gran disponibilidad espacio/temporal que ofrece el semen congelado. Aproximadamente al año se están realizando 670.000 IAC a nivel mundial. Por tanto, el uso de semen congelado en este sector representa apenas el 0,2% del total de inseminaciones realizadas en el mundo.

**Gráfico 1. Evolución anual del número de primeras I.A. en el mundo**



Los principales problemas que determinan su baja utilización son: buenos resultados en IAR; alto coste; excesiva variabilidad de la congelabilidad entre razas, individuos y eyaculados; imprecisión de los criterios de valoración del semen criopreservado en relación a su fertilidad; precapacitación y disminución de la vida útil espermática; celo excesivamente largo de la cerda y periodo prolongado de ovulaciones.



Para combatir esta problemática se han llevado y llevan a cabo diferentes estudios de investigación, determinándose en algunos de ellos como el realizado por Bortolozzo (1992) que la utilización de semen procedente de varios machos en vez de uno solo, aumenta la tasa de concepción, siendo el porcentaje de ovocitos fecundados significativamente mayor en nuliparas inseminadas con semen de varios verracos que con semen de verracos individuales (83% frente al 74%). Importante también es el consistente en la adición de plasma seminal en el momento de la descongelación del semen para propiciar la detención del proceso de capacitación hacia el que lleva la criopreservación (Abad, M. et al., 2006). Se obtienen buenos resultados mediante el uso de una dosis alta (900 UI) de eCG (gonadotrofina coriónica equina) en el momento del destete, 80 h después se aplican 750 UI de hCG (Domínguez y col, 2008), procediéndose a practicar dos inseminaciones espaciadas 6h a partir de las 36 h de la administración de la hCG. Este método, en combinación con la adición post-descongelación de plasma seminal (Abad et al., 2006), está proporcionando fertilidades comprendidas entre el 75-80%.

### DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La especie bovina es la que mejor se adapta la I.A., ya que, el semen crioconservado conserva sus propiedades tras la descongelación, obteniendo así muy buenos resultados en la fecundación. En el resto de especies zootécnicas esto no es así, por lo que no se ha podido extender su uso para la producción a gran escala.

A pesar de la problemática que representa la crioconservación del esperma en las especies citadas, no cabe duda de su importancia y de la necesidad de mejora de la técnica y el aumento de los resultados obtenidos en las explotaciones.

El descenso de viabilidad del esperma producido en la crioconservación es debido, fundamentalmente, al daño producido en las diferentes estructuras de los espermatozoides, algunos de los cuales son irreversibles.

Las mejoras en la técnica pasan por establecer protocolos de congelación y descongelación adaptados a cada especie, así como añadir crioprotectores que eviten daños irreversibles o que aceleren el proceso de recuperación de las estructuras dañadas.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abad, F.; Domínguez, I.C.; Cisale, H.; Kirwood, R.; Breininger, E.; González, R.; Tejerina, F.; Alegre, B.; Alegre, E.; Peláez, I.; García, I.C.; Bernal, S.; Cárdenas, S.; Córdova, C.A.; Manjarín, R. y Martín, D. 2006. La criopreservación de semen porcino. *Albeitar* 119: 14-15.
- Baracaldo M.I., Barth AD and Bertrand W. 2006. Steps for Freezing Bovine Semen: From Semen Collection to the Liquid Nitrogen Tank. *IVIS Reviews in Veterinary Medicine, I.V.I.S. (Ed.)*. International Veterinary Information.
- Castrovilli, C. and Pizzi, F. (2001): Effect on different diluents and cryoprotectants on the quality of frozen-thawed semen in *Gallus gallus*. *Zootecnica e Nutrizione Animale*. 27: 159-164
- Gordon, Ian (1997). *Reproducción controlada del cerdo*. Edita: ACRIBIA, S.A.
- Hernández, P.J.E., Fernández, R.F.; Rodríguez, S.J.L., 2005. Obtención y congelación de semen de gallo doméstico usando un diluyente con glutamato de sodio. *Rev. Salud Anim.* Vol. 27 No. 2 (2005): 124-128
- Lei Su, Xilong Li, Jiexia Quan, Shihua Yang, Yahui Li, Xiechao He, Xianghui Tang. A comparison of the protective action of added egg yolks from five avian species to the cryopreservation of bull sperm. *Animal Reproduction Science* 104 (2008) 212–219
- Miguel, J.A.; Asenjo, B.; Ciria, J.; Francesch, A. (2006). Parámetros genéticos y respuesta a la selección en una población de gallinas de raza Castellana Negra. *Archivos de Zootecnia* 55 (209): 85-92
- N. Duchi Duchi, L. Almela Veracruz, B. Peinado Ramón, A. Poto Remacha. (2009) Criopreservación de semen de gallo: una alternativa para la recuperación y conservación de la gallina de raza murciana.
- Parés, P.M.; Francesch, A.; Jordana, J.; Such, X. (2006). *Catalans de pèl i ploma. Races domèstiques autòctones de Catalunya*. ed. Barcelona: Lynx Edicions
- Waberski D, Weitze KF, Lietmann C, Lübbert Zur Lage W, Bortolozzo FP; Willmen T, Petzoldt R, 1994b: The initial fertilizing capacity of long-term-stored liquid boar semen following pre- and post-ovulatory insemination. *Theriogenology* 41, 1367–1377.



## ALIFE: CARACTERIZACIÓN TÉRMICA DE LA FERMENTACIÓN DEL CAFÉ

Jiménez-Ariza, Tatiana<sup>1</sup>; Meneses, Beatriz<sup>2</sup>; García, Javier<sup>3</sup>

Tutores: Correa-Hernando, Eva<sup>1,4</sup>; Díaz-Barcos, Virginia<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ingeniería Rural. E.T.S.I. Agrónomos. U.P.M.

<sup>2</sup>SUPRACAFE, S.A. Madrid.

<sup>3</sup>LTAS-CENIM-CSIC. Instituto de investigaciones metalúrgicas. Madrid. España.

<sup>4</sup>Departamento de Ciencia y Tecnología aplicadas a la I.T.A. E.U.I.T. Agrícola. U.P.M.

Correo electrónico: tatiana.jimenez@upm.es

### RESUMEN

La fermentación del café es una de las operaciones críticas en el proceso de beneficiado por su impacto en la calidad organoléptica del producto final. De forma general la mayor parte de las explotaciones carecen de tecnificación alguna del fermentador, no teniendo el operario ninguna información objetiva sobre la evolución de los parámetros físico-químicos de control del proceso que le ayuden a la toma de decisión. El objetivo de este trabajo es la integración multi-distribuida de sensores de bajo coste y alta fiabilidad para supervisión de la operación de fermentación del café en origen. Concretamente se ha centrado en la caracterización térmica del proceso de fermentación, mediante la instalación multidistribuida de sensores inalámbricos de temperatura (TurboTag<sup>®</sup>) en fermentadores de café en Colombia. El análisis: temporal de la evolución de la temperatura a lo largo del proceso de fermentación y complejo mediante diagrama de fases o de cinética de la evolución de las temperaturas, permiten en este trabajo caracterizar térmicamente fermentadores industriales y prototipos plásticos. Se ha constatado la alta heterogeneidad de las fermentaciones tanto intra-lote (amplitudes térmicas de hasta 8.5 °C y temperaturas en algunos puntos de los fermentadores de 17 °C) como inter-lote en fermentaciones sujetas a condiciones exógenas y endógenas muy variables.

**Palabras clave:** RFID, control de procesos, diagramas de fase

### INTRODUCCION

La fermentación del café es una de las etapas críticas de su proceso de obtención ya que fermentaciones prolongadas, incompletas o mal controladas producen defectos sensoriales (Woelore, 1993; Peñuela Martínez et al., 2010).

De manera general, el proceso de fermentación del café se lleva a cabo en las explotaciones de manera empírica, dándose una elevada heterogeneidad, incluso entre fincas próximas, en cuanto al tipo de fermentadores (forma, tamaño, materiales constructivos), tiempos de fermentación y otros parámetros de control del proceso. Las fermentaciones tienen una duración entre 15 y 20 horas en función principalmente de las condiciones ambientales reinantes en cada momento. En general en las explotaciones cafeteras no existe instrumentación o tecnificación alguna del fermentador, careciendo el operario de información objetiva que le aporte información útil para conducir la fermentación de manera adecuada. Según muestran distintos trabajos, las principales variables de control del proceso de fermentación son la temperatura y pH (Van Pee y Castelein, 1972; Avallone et al., 2001; Masoud y Jespesen, 2006; Peñuela Martínez et al., 2010), pudiendo ser utilizadas para predecir el tiempo en el que la fermentación es completada.

El objetivo de este trabajo es la integración multi-distribuida de sensores de bajo coste y alta fiabilidad para supervisión de la operación de fermentación del café en origen. Concretamente se ha centrado en la caracterización térmica del proceso de fermentación, mediante la instalación multidistribuida de sensores inalámbricos de temperatura (TurboTag<sup>®</sup>) en fermentadores de café en Colombia. El análisis: temporal de la evolución de la temperatura a lo largo del proceso de fermentación, y complejo mediante









diagrama de fases o de cinética de la evolución de las temperaturas, permiten en este trabajo caracterizar térmicamente fermentadores industriales y prototipos plásticos.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Durante los meses de mayo y octubre se llevaron a cabo cuatro procesos de fermentación controlada en la Finca Los Naranjos (Popayán, Colombia), perteneciente a la empresa SUPRACAFE. S.A., colaborador activo del presente trabajo de investigación. Las fermentaciones se llevaron a cabo en fermentadores de material plástico y material de obra; además en el primer tipo se ensayó la influencia de su ubicación externa o interna resguardado por una edificación (Tabla 1). Las variables medidas a lo largo del proceso de fermentación fueron temperatura, pH y conductividad eléctrica, empleando respectivamente tarjetas TurboTag T700 con un rango de operación de -20 a +70°C y memoria interna para 700 datos y sensores potenciométricos selectivos a iones acoplados a un sistema de adquisición de datos en tiempo real.

**Tabla 1. Características de las fermentaciones realizadas en Colombia**

Experimentos	Tipo de fermentador	Ubicación	Duración de la fermentación	Inóculo	Instrumentación
Fermentador industrial Mayo 2011 230 kg de grano en baba		Exterior (bajo cubierta)	18.65	1 litro	21 tarjetas turbo tag envasadas al vacío para el control multidistribuido de la Tª de fermentación. Sensores potenciométricos de pH y conductividad eléctrica
Fermentador industrial octubre 2011 151 kg grano en baba		Exterior (bajo cubierta)	17.5 h	no	24 tarjetas turbo tag envasadas al vacío para el control multidistribuido de la Tª de fermentación. Sensores potenciométricos de pH y conductividad eléctrica
Fermentador industrial octubre 2011 337 kg grano en baba		Exterior (bajo cubierta)	18.2 h	5 litros	24 tarjetas turbo tag envasadas al vacío para el control multidistribuido de la Tª de fermentación. Sensores potenciométricos de pH y conductividad eléctrica
Fermentador industrial octubre 2011 276 kg grano en baba		Interior	16.8 h	no	25 tarjetas turbo tag envasadas al vacío para el control multidistribuido de la Tª de fermentación. Sensores potenciométricos de pH y conductividad eléctrica

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

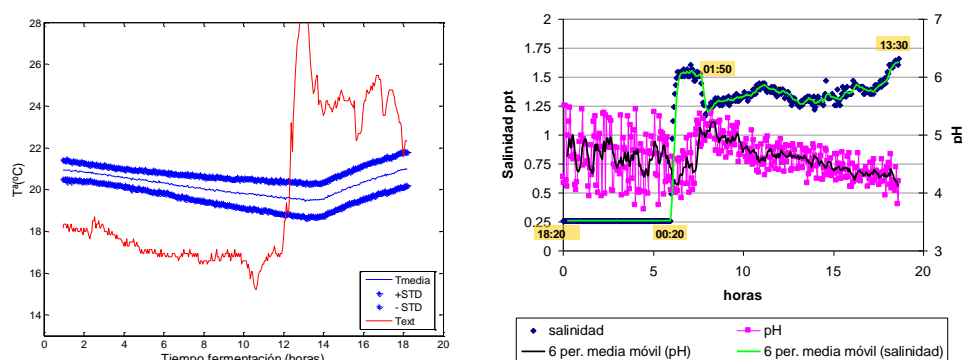
Las diferentes características de la materia prima en cada día de ensayo (variedades, producción, madurez) y condiciones climáticas externas, determinan que las fermentaciones experimentales realizadas sean extremadamente variables. Sin embargo, todas estas fuentes de variación son las que de forma rutinaria caracterizan las



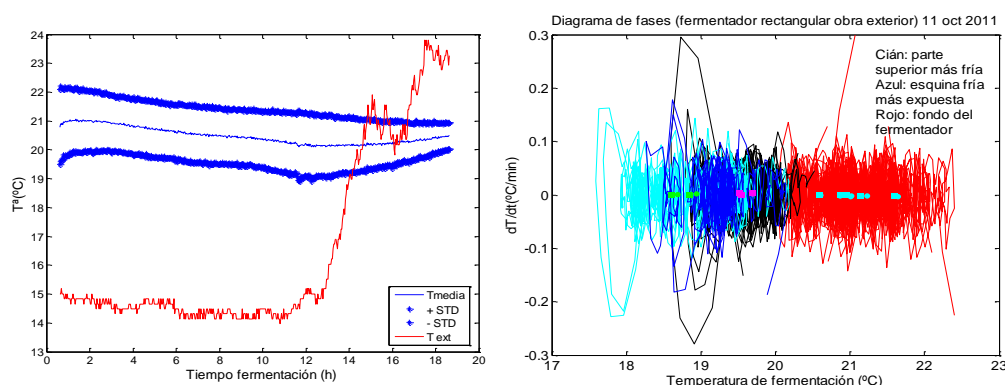


fermentaciones industriales reales realizadas en un beneficiadero, lo que permite afirmar que no hay dos fermentaciones iguales y que por lo tanto no hay dos lotes de cafés reproducibles en calidad, lo que es una de las principales preocupaciones de los cafeteros. La fermentación se inicia una vez finalizada la recolección y el despulpado en torno a las 5 de la tarde, lo que en Colombia significa inicio del periodo nocturno de bajada de temperaturas. Los fermentadores normalmente ubicados en el exterior y sin aislamiento van experimentando un descenso en la temperatura de fermentación durante todo el periodo nocturno ( $\approx 12$  h), remontando las temperaturas con el inicio del día (ver Figura 1). El inicio del proceso de liquefacción de la pulpa y la consiguiente aparición de agua libre es claramente identificado por el sensor de conductividad eléctrica (ver Figura 1). La temperatura media de las fermentaciones está en torno a los  $20^{\circ}\text{C}$ , aunque se registran amplitudes térmicas dentro del fermentador de hasta  $8.5^{\circ}\text{C}$  y temperaturas tan bajas en algunos puntos de  $17^{\circ}\text{C}$ , lo que indica que dentro de un mismo fermentador hay distintas velocidades de fermentación que redundarán en la heterogeneidad del producto dentro de un mismo lote de café. Los diagramas de fase que representan la cinética de la variación de la temperatura permiten zonificar térmicamente el fermentador (ver Figura 2) y caracterizar su aptitud fermentativa.

**Figura 1. Resultado de una fermentación en fermentador plástico. Evolución temporal (izquierda) de las temperaturas y (derecha) del pH y salinidad.**



**Figura 2. Resultado de una fermentación en fermentador de obra. Evolución temporal (zquierda) de las temperaturas y (derecha) diagrama de fases.**



## CONCLUSIONES

El análisis complejo de los datos mediante diagramas de fase nos va a permitir por un lado zonificar y clasificar por su aptitud fermentativa los fermentadores fabricados en distintos materiales y por otro comparar con gran facilidad fermentaciones realizadas en distintos tiempos y lugares debido a su carácter cíclico. La elevada heterogeneidad constatada en las fermentaciones tanto intra-lote como inter-lote hace imprescindible proponer cambios en las características constructivas de estos equipos (aislamientos) y



su tecnificación mediante sensores de pH, temperatura y conductividad eléctrica que ayuden a la toma de decisiones por parte del operador.

#### **AGRADECIMIENTOS**

Por su colaboración y ayuda a Pilar Barreiro y José Ignacio Robla y por el apoyo económico a los proyectos nacional SMART-QC, UPM ALI-PID-30 y a la empresa SUPRACAFE.

#### **BIBLIOGRAFÍA**

- Woelore, W.M. (1993). Association Scientifique Internationale Du Café (edited by ASIC). Pp. 727±733. 15th International Scientific Colloquium on Coffee.
- Peñuela- Martínez, A.E; Oliveros-ascón, C.E; Sanz- Uribe, J.R. (2010). *Cenicafé*, 61 (2), 159-173.
- Van Pee W, Castelein JM (1972). *Journal of Food Science*, 37, 171–174.
- Avallone, S., Guyot, B., Brillouet, J.-M., Olguin, E., Guiraud, J.-P. (2001). *Current Microbiology*, 42, 252-256.
- Masoud, W., Jespersen, L. (2006).. *International Journal of Food Microbiology*, 110 , 291-296.



## ENTRE BASTIDORES: EVALUACIÓN EMPLEANDO MÉTODOS NUMÉRICOS

Palma, Alejandro; González, Borja;  
Tutores: Barreiro, Pilar; Moya, Adolfo

*Departamento de Ingeniería Rural. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid*  
*Correo electrónico: npa2890@gmail.com; borja.gonzalez.herrarte@alumnos.upm.es*

### RESUMEN

El *bastidor* de un tractor es la “estructura metálica perteneciente al chasis encargada de soportar todo el peso del vehículo”. En los tractores, debido a su gran compacidad, escasa longitud y elevada posición del centro de gravedad, el bastidor dominante durante el último siglo ha sido el bastidor de tipo monocasco. Recientemente, con el objetivo de reducir la relación masa/potencia, se vienen implantando en algunos modelos los bastidores de tipo chasis.

En el mundo, equipos de ingenieros investigan y desarrollan métodos numéricos empleando distintos modelos de bastidores tanto de tipo chasis como en los modelos de bastidores tradicionales. Esto ha permitido mejorar su diseño y facilitar el uso.

Además, las marcas de maquinaria agrícola potencian también la investigación para crear innovaciones estructurales que no hayan sido planteadas anteriormente y que supongan un ahorro en los costes de producción así como una mejora de las prestaciones de la máquina.

**Palabras clave:** *bastidor, metodos numericos, innivaciones estructurales*

### INTRODUCCIÓN

Los tractores son vehículos autopropulsados gracias a un motor y transmisión que les permite, dadas sus características, no solo desplazarse por cualquier tipo de terreno sino, además, accionar o remolcar distintas máquinas agrícolas o forestales. Uno de los elementos principales en la estructura del tractor es el chasis, formado por un conjunto de piezas metálicas de alta resistencia mecánica, pues están diseñadas para soportar esfuerzos de tracción, compresión, flexión y torsión. Forman parte del chasis los ejes delantero y trasero, unidos a un bastidor previsto para soportar la carga estructural del tractor así como los esfuerzos dinámicos a los que se va a ver sometido.

En este trabajo se pretende ahondar en el concepto de bastidor como parte fundamental del chasis y algunas alternativas de diseño en el campo de maquinaria agrícola.

### BASTIDORES

La estructura principal de un bastidor convencional consta principalmente de dos barras metálicas paralelas de sección rectangular unidas en su zona anterior al eje delantero de la transmisión y, en la parte trasera, a la carcasa de la caja de cambios.

Los largueros vendrán unidos por barras ortogonales a estos, que serán las encargadas de absorber los esfuerzos de torsión y repartir las cargas verticales.

Este diseño de bastidor clásico contrasta con el que ha prevalecido en la fabricación de tractores durante el último siglo tras su creación en 1.917, el bastidor de tipo monocasco. En él, se aprovecha la gran resistencia del grupo motor-transmisión para soportar la carga del tractor actuando a modo de travesaños y reduciendo el bastidor como tal a dos largueros enlazados rígidamente a este grupo. Dichos largueros se unen por la parte delantera al bloque motor y al eje delantero de manera transversal. Por su parte posterior, lo harán con el último tramo del sistema de transmisión (A. Guadilla, 1989).

En los últimos tiempos, la necesidad de mejorar el resultado obtenido en los ensayos sobre el terreno ha avivado el interés por los bastidores simples de tipo chasis.



Éstos, encargados de soportar toda la carga, han de permitir la reducción del peso del tractor y tienen un gran potencial para el desarrollo de mejoras en este campo en un futuro próximo.

Para el diseño y la producción, el objetivo de disminuir la relación masa/potencia (kg/kW) en un tractor está originado por la necesidad de llevar a cabo operaciones agrícolas reduciendo al mínimo la compactación que se produce en el terreno al aplicar una carga dinámica sobre él. Además, la reducción de la masa permite reducir costes de fabricación con ahorro de material y optimización del número de piezas a ensamblar.

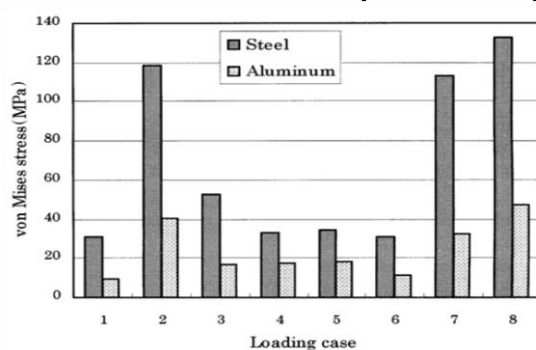
### ANÁLISIS DE MODELOS DE BASTIDORES DE ALUMINIO (Muhaemin et al, 1999)

La reducción de peso de los tractores es uno de los grandes retos de la ingeniería agrícola. Algunos de los resultados obtenidos por Motobayashi et al. (1993) en una serie de ensayos permiten reducciones de hasta un 42% de la masa del bastidor. El gran problema para llevar a la práctica estas propuestas es la complejidad de la forma compuesta por las propiedades de los métodos numéricos, que hace difícil fabricarlos.

Partiendo de la idea de mantener formas simples M. Muhaemin et al (1999), centraron sus estudios en modificaciones en el material de fábrica. Para ello, diseñaron un modelo de bastidor de tipo chasis fabricado con piezas forjadas a partir de una aleación de aluminio, un material de baja densidad, alta resistencia, reciclabilidad, trabajabilidad y relativamente bajo coste.

El primer paso para comparar dos estructuras de bastidor similares es la elaboración de un modelo matemático que permita efectuar simulaciones reproducibles. Para ello se emplea el Método de los Elementos Finitos (FEM). A este modelo geométrico se le dan unas condiciones de contorno. Una vez elaborados los modelos de bastidores de acero y aluminio, ambas estructuras son sometidas a varias hipótesis de carga obteniéndose unos resultados de tensión y deformación en cada fracción volumétrica del modelo. Este estudio arrojó unos resultados concluyentes (Ver Figura 1.): el bastidor de aluminio soporta los esfuerzos hasta dos veces mejor que el de acero. La reducción de masa podría rondar el 50% de realizar un dimensionamiento del bastidor teniendo en cuenta únicamente su resistencia.

**Figura 1. Tensión máxima de von Mises para cada hipótesis de carga**



Fuente: M. Muhaemin et al. 1999. Studies of aluminium-made chassys-type

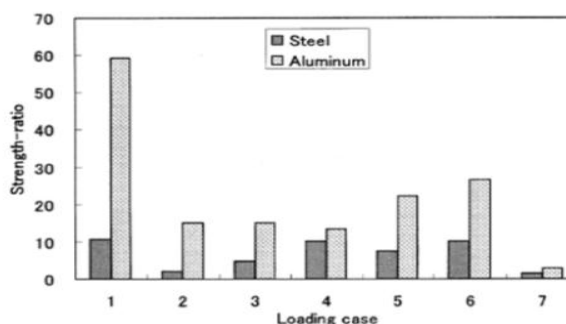
El principal inconveniente de los bastidores de aluminio es su menor rigidez frente al acero. Esta característica es particularmente importante en los tractores, pues la flexión en la dirección del eje vertical (Z) puede suponer la inestabilidad del vehículo y una menor comodidad para el operario.

Ahondando en el trabajo anterior, el mismo equipo de investigadores (M. Muhaemin et al (1999)), decidió avanzar en la mejora del modelo de bastidor de aluminio. El objetivo en este caso, era conseguir reducir un mayor porcentaje en peso sin sacrificar las características de resistencia ni de rigidez del bastidor. Tampoco se diseñaría una forma complicada pues no resulta interesante económicamente su fabricación. Por ello, se redujo el área de las secciones de largueros y travesaños sometiendo los nuevos modelos a esfuerzos considerando 7 hipótesis distintas.



Los resultados obtenidos en este segundo ensayo mostraron una clara mejora de las características de rigidez en los bastidores de aluminio; con una reducción de la masa estructural del 28% cuando se emplea aluminio como material de fabricación y consiguiendo además un 50% más de resistencia que para estructuras de acero cuando el bastidor se ve sometido a carga máxima. Para otras hipótesis fue mayor (Ver Figura 2).

**Figura 2. Ratio de resistencia para cada hipótesis**



Fuente: M. Muhaemin et al. 1999. Studies of aluminium-made chassis-type

En conjunto, la rigidez de todos los bastidores de aluminio ensayados por este equipo de investigación, fue prácticamente igual a la del bastidor de acero. De esta forma es posible superar uno de los grandes inconvenientes que presenta este material a la hora de conseguir una reducción de masa considerable.

### **ANÁLISIS DE RUIDOS Y VIBRACIONES, Y OPTIMIZACIÓN EN BASTIDORES TIPO MONOCASCO (T.Koizumi et al, 1998)**

En los bastidores monocasco es esencial disminuir las vibraciones y el ruido en la cabina del tractor. Al constituir el soporte estructural del bastidor parte de los propios elementos mecánicos del tractor (cárter de la transmisión, embrague, volante de inercia...), el efecto de las vibraciones se acentúa.

Por todo ello, estos autores publican: en primer lugar realizar medidas de las vibraciones producidas por el eje motor - volante de inercia – embrague – transmisiones, empleando para ello acelerómetros estratégicamente situados. De ello se derivan una serie de frecuencias naturales características que se emplean en el ajuste a una función y se obtienen los parámetros característicos. A continuación, se repite el proceso pero midiendo las frecuencias en el bastidor aislado del resto del tractor.

Se mide el ruido en cabina con micrófonos en el suelo de la misma y a la altura del oído del operador. Dentro de la cabina se encontraron dos picos significativos de frecuencias: 120 y 260.6 Hz. Esta segunda frecuencia se aproxima a la frecuencia del tercer modo de la frecuencia de vibraciones obtenida en las derivaciones del tractor, aspecto que puede provocar un efecto de resonancia en la cavidad de la cabina.

En este estudio se realiza además una medida de ruido exterior al tractor, y se obtienen también, dos máximos en las frecuencias: 265 y 330 Hz; el máximo a 330 Hz es causado por la frecuencia de resonancia de la estructura de la cabina, mientras que el de 265 Hz está causado por la coincidencia entre la frecuencia de resonancia del tractor y la frecuencia asociada del espacio interior de la cabina. Por tanto, cuando se varíe la frecuencia asociada al hueco de la cabina será probable disminuir el ruido en su interior.

Una vez realizadas las medidas anteriormente descritas, se procede a la construcción de un modelo numérico del bastidor para la optimización de su diseño. Para ello se divide el bastidor en cuatro subestructuras (volante de inercia, embrague, eje, transmisión) y sus respectivas uniones. Mediante un software específico, y estableciendo una serie de parámetros se clasifica cada área de cada sub-estructura en un grupo referido a 4 posibles categorías de espesor: 5, 10, 15 y 20mm. Los datos obtenidos en este proceso se comparan con los obtenidos experimentalmente observándose la existencia de un error considerable entre ambos. Los autores achacan el error a las variaciones de grosor



en todo el bastidor que han de ser corregidos. Para realizar esta mejora, se recurre al método de “ajuste de resonancia” estableciendo una relación entre los datos experimentales y los analíticos, y empleando el espesor de cada caso como parámetro adicional, así como la frecuencia natural y un estimador (MAC). Con los nuevos datos, el error es mucho más bajo que el primero, mejorándose la precisión del modelo. También se realiza una evaluación de la rigidez de las uniones.

Finalmente los autores proceden a la construcción del modelo de bastidor equivalente mediante la combinación de cuatro sub-estructuras y teniendo en cuenta la cte. elástica.

Por último, se realiza la optimización del bastidor aplicando un análisis de sensibilidad, con el objetivo de incrementar la rigidez de la estructura disminuyendo el peso total de ésta, a la vez que se incrementa la frecuencia natural (evitar fenómenos de resonancia).

Estableciendo como parámetros de diseño el grosor, el peso y la frecuencia natural obtenemos como resultado del análisis de sensibilidad unos valores límite.

En las zonas sensibles se alcanza un aumento del espesor máximo del 30%, y en las zonas menos sensibles se reduce el espesor en un 5-10 %.

Con este procedimiento los autores consiguen reducir el peso del bastidor en 2.8 kg, así como incrementar la frecuencia natural en 13 Hz. Con este incremento de frecuencia, se consigue disminuir el nivel de decibelios en cabina en 0.8-4.

## PATENTES

El “Smart chassis”, Medalla de plata Agritécnica 2011 de Ludwig Bergmann Company está diseñado para ser el soporte de cualquier tipo de máquina agrícola. Su elemento principal es un bastidor modular de tipo chasis diseñado gracias a la ingeniería mecatrónica que permite tanto soportar la carga de la máquina y realizar las medidas de masa en cada momento como gestionar la fuerza de tracción, mantener la estabilidad del vehículo evitando vuelcos, regular el nivel lateral y la elevación del eje.

Una patente norteamericana de un tractor con cabina frontal articulada (Robert A. Doll, 2010) nos muestra un nuevo concepto de tractor, más versátil, pero de escasa potencia debido a sus limitaciones de tamaño. Su estructura se basa en la división en dos partes del tractor: una cabina principal, con todos los elementos y mecanismos; y una parte trasera donde va alojado el motor.

Otra innovación reciente es el “Nuevo modelo de bastidor y su método de fabricación” de K. Iwaki, 2006. Se trata de un bastidor de tipo chasis para tractores pequeños. Su principal diferencia respecto a otros chasis radica en la forma de los largueros acodados.

## CONCLUSIONES

Una pieza fundamental del tractor como es el bastidor, que prácticamente no ha sufrido cambios durante el s XX, es el responsable indirecto (ruido, vibraciones) o directo (rigidez, peso) de muchas características de los tractores. Si un elemento tan influyente en el funcionamiento del tractor, tanto en la estructura como en la comodidad para el operario, ha sufrido el inmovilismo de las compañías fabricantes de maquinaria agrícola hasta la última década, el abanico de mejoras disponibles parece inmenso.

## BIBLIOGRAFÍA

- A. Guadilla, 1989; Tractores
- Arias-Paz, 2000; Tractores
- Ortiz-Cañavate, Jaime y colaboradores, 2005; Tractores
- J. Font Mezquita et al. 2004. Tratado sobre automóviles
- Arnal Atares, P. V. y Laguna Blanca, A., 2005. Tractores y motores agrícolas.
- M. Muhaemin et al. 1999. Studies of aluminium-made chassis-type
- T. Koizumi et al. 1998, Structural optimization of tractor frame for noise reduction
- Iwaki et al. 2006. Tractor frame method of manufacture therefor
- Robert A. Doll, 2010. Forward cab articulated tractor
- Ludwig Bergmann Company, 2011. Smart chassis
- Motobayashi et al, 1993

## **SESIÓN C4**







## LA COMPETITIVIDAD DE LAS DENOMINACIONES DE ORIGEN ESPAÑOLAS EN LAS EXPORTACIONES DE VINO EN EL MUNDO

Sánchez Gómez, Rosario

Tutores: Castillo Valero, Juan Sebastián<sup>1</sup>; García Cortijo, María Carmen<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dpto de Producción Vegetal y Tecnología Agraria. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad de Castilla-La Mancha

<sup>2</sup>Instituto de Desarrollo Regional. Universidad de Castilla-La Mancha

Correo electrónico: Rosario.Sanchez@alu.uclm.es

### RESUMEN

El mundo del vino goza de un gran dinamismo, a la vez que crece en la ampliación de los mercados internacionales, siendo esto la vía de viabilidad y el modo de crecimiento. Por ello, es fundamental conocer la competitividad, así como las fuerzas que actúan en los intercambios comerciales. El caso español se respalda en los datos de exportación de los últimos años, los cuales arrojan un gran dinamismo, con importantes cifras en ventas exteriores. Con este estudio, se pretende averiguar cuales son las causas reales de esta dinámica. Así se propondrá un indicador que mida la competitividad y unos modelos econométricos para averiguar sus causas. Estos modelos se aplicarán a las Denominaciones de Origen (D.O.) que resulten competitivas a través del indicador propuesto, inspirado en el índice de Balassa. Al combinar tiempo y zona D.O., se podrá estudiar la evolución temporal y estructural de los vinos y así conocer los elementos estratégicos que se han posicionado en el mercado internacional.

**Palabras clave:** *denominación de origen, competitividad, modelo econométrico*

### INTRODUCCION

En la actualidad, España cuenta con 88 zonas de producción de vinos de calidad con Denominación de Origen Protegida (D.O.P.), de ellas, 67 son con Denominación de Origen (D.O.), 2 con Denominación de Origen Calificada (D.O.Ca.), 6 con Denominación de Vinos de Calidad con Indicación Geográfica (V.C.I.G.) y 13 son Vinos de Pago. Los vinos D.O.P. siguen el modelo europeo de producción: control de la cantidad y calidad de los vinos y prácticas enológicas. Curiosamente, la Comunidad Autónoma con más D.O. es Canarias (10 D.O.) seguida de Castilla-La Mancha y Castilla León (9 D.O.). En 2010, España exportó 1.766 millones de litros de vino, por un valor de 1.920 millones de euros, lo que supone un crecimiento del 15,6% en volumen y del 10% en valor respecto al año anterior. La cifra en

volumen supone un récord histórico en ventas, mientras que la cifra es ligeramente inferior al record alcanzado en septiembre del 2008, cuando por primera vez se superaron los 2.000 millones de euros. Del total de las exportaciones, los vinos con D.O. suponen un 42%, manteniendo las cifras de venta del año anterior. En ambos casos, volumen y valor, las cifras con que se cerró el año 2010 han sido ampliamente superadas durante el año 2011, hasta alcanzar niveles nunca antes conocidos por los vinos españoles: 2.231 millones de litros (lo que supone un aumento del 26% en volumen) y 2.240 millones de euros (que corresponde a un incremento del 17% en valor), según datos del Observatorio Español del Mercado del Vino (OeMv). Se cerró el año, por tanto, con cifras récord en ventas de vino al exterior, aunque con una caída del precio medio de un -7%, que se sitúa en 1 euro por litro. Para este último año, las ventas de vino con D.O. envasados suben discretamente, hasta situarse en 313 millones de litros (18% de volumen) y 925 millones de euros (16% en valor). Por mercados de destino, casi dos tercios de la exportación española de vino en volumen se dirigen a los países de la Unión Europea. Por países, Alemania, Reino Unido, EE.UU. y Francia, lideran el ranking en valor. En volumen son Francia, Alemania, Portugal y Rusia, nuestros cuatro principales destinos. Fuera de Europa cabe destacar como mercados: China, México y Canadá.



Tal y como arrojan los datos, las ventas de vino con D.O. envasado suponen una parte importante del total de la producción española de vino, por lo que resulta interesante y necesario el poder conocer más a fondo qué hace a este tipo de vino ser atractivo en el mercado exterior. Aunque en esta introducción se habla de términos globales españoles (total de vino con D.O. envasado comercializado en el exterior), la finalidad del presente trabajo de investigación es conocer las posibles diferencias existentes entre las D.O.P. que conforman el mapa español. Para ello, y de forma individual para cada una de las D.O.P. (con alguna excepción, que más tarde se explicará), se pretende estudiar la competitividad de las mismas, así como las causas que la motivan.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Para estudiar la competitividad de los vinos D.O.P existen diversos métodos: desde la comparación de costes de los factores, análisis de la productividad hasta indicadores de comercio internacional. Este último método es el más adecuado para el desarrollo de la presente investigación y en concreto, se utilizará una adaptación del Índice de Ventaja Competitiva Revelada (IVCR) de Balassa. Una vez medida la competitividad de los vinos D.O.P., se estudiará su comportamiento y determinantes con modelos econométricos de corte transversal y sección cruzada. Este análisis permitirá analizar la actual situación de los vinos de calidad de España en los mercados internacionales, detectar sus oportunidades y riesgos y, en definitiva, perfilar los requisitos que están latentes para mantener o incrementar su competitividad en los mercados internacionales.

La expresión del índice propuesto por Balassa,  $IVCR_a = \frac{X_a^i / X_w^i}{X_a^T / X_w^T}$ , (siendo  $X$  las exportaciones,  $i$  el producto,  $a$  el territorio,  $T$  el total de productos exportados y  $W$  el mundo), se adaptó para la competitividad de las D.O.P. en la siguiente expresión (1):

$$IVCR_{DOP} = \frac{\frac{X_{DOP,j}}{\sum_{j=1}^{70} X_{DOP,j}}}{\frac{C_{DOP,j}}{\sum_{j=1}^{70} C_{DOP,j}}}, j=1, \dots, N;$$

donde  $X_{DOP,j}$  son las exportaciones de las  $N$  D.O.P. consideradas<sup>3</sup> (aunque en la introducción se citan 88 D.O.P., para el caso que nos ocupa, serán 48 las D.O.P. utilizadas para la campaña 2000/01 y 70 para la campaña 2009/10; el motivo es la falta de datos de algunas de ellas) y  $C_{DOP,j}$  la comercialización total que se hace de las D.O.P. Un  $IVCR_{DOP} > 1$  significa mejor posición de esa D.O.P. en el mercado exterior que en el nacional.

<sup>3</sup> Alella, Alicante, Almansa, Arlanza, Arribes, Bierzo, Binissalem-Mallorca, Bullas, Calatayud, Campo de Borja, Campo de la Guardia, Cangas, Cariñena, Cataluña, Cava, Chacolí de Álava, Chacolí de Bizkaia, Chacolí de Getaria, Cigales, Conca de Barberá, Condado de Huelva, Costers del Segre, Dominio de Valdepusa, Empordá, Finca Élez, Gran Canaria, Granada, Jerez y Manzanilla S.B., Jumilla, La Mancha, Lanzarote, Málaga y Sierras de Málaga, Manchuela, Méntrida, Mondéjar, Monterrei, Montilla-Moriles, Montsant, Navarra, Pago de Arinzano, Pago de Otazu, Pago Florentino, Pago Guijoso, Penedés, Pla de Bages, Pla l' Llevant, Priorato, Rias Baixas, Ribeira Sacra, Ribeiro, Ribera del Duero, Ribera del Guadiana, Ribera del Júcar, Rioja, Rueda, Somontano, Tarragona, Terra Alta, Tierra de León, Tierra del vino de Zamora, Toro, Uclés, Utiel-Requena, Valdeorras, Valdepeñas, Valencia, Valles de Benavente, Valtiendas, Vinos de Madrid, Ycoden-Daure-Isora, Yecla.



Posicionados las D.O.P., planteamos primeramente, un modelo econométrico de corte transversal para cada una de las campañas, centrándonos en vino de calidad embotellado (no se ha podido estudiar el vino a granel por la falta de datos).

El objetivo es determinar los factores que afectan a la competitividad del vino en campañas separadas en el tiempo, para después proponer modelos más concretos. El modelo especificado tiene la siguiente expresión:

$$IVCR_{DOP} = \beta_0 + \beta_1 Superficie_i + \beta_2 N^o Empresas + \beta_3 Volumen + \beta_4 Precio + \beta_5 Destino + u_i$$

donde la variable endógena es el Índice de Competitividad y las variables exógenas son la superficie (ha), el volumen (hl), el precio (€/hl) y el destino (hl) a América del Norte (EEUU, Canadá y México), Europa, Asia y Oceanía; los  $\beta_i$  son los parámetros a estimar y  $u$  es la perturbación aleatoria. Los datos se han obtenido de las estadísticas elaboradas por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tras calcular nuestro particular Índice de Competitividad a la campañas 2000/01 y 2009/10, los resultados muestran un progreso en la comercialización exterior de los vinos de calidad, aumentado el número de D.O.P. cuya competitividad se va incrementando (Tabla 1).

**Tabla 1.- D.O.P. competitivas en el mercado exterior**

Campaña 2000/01		Campaña 2009/10	
D.O.P.	INDICE	D.O.P.	INDICE
Jerez y Manzanilla S.B.	2,14	Pago de Otazu	2,34
Valencia	1,94	Yecla	2,18
Utiel-Requena	1,55	Ribera del Guadiana	2,05
Yecla	1,47	Almansa	1,89
Jumilla	1,40	Terra Alta	1,82
Cataluña	1,38	Manchuela	1,75
Cariñena	1,36	Jerez y Manzanilla S.B.	1,70
Cava	1,31	Valencia	1,57
Ribera del Guadiana	1,26	Utiel-Requena	1,54
Málaga y Sierras de Málaga	1,24	La Mancha	1,51
Almansa	1,19	Pago de Arinzano	1,51
Campo de Borja	1,19	Cariñena	1,49
Priorato	1,07	Campo de Borja	1,48
		Pago Florentino	1,47
		Cava	1,45
		Dominio de Valdepusa	1,34
		Ribera del Júcar	1,22
		Jumilla	1,21
		Cataluña	1,18
		Priorato	1,14
		Alella	1,10
		Montsant	1,04
		Cigales	1,00
		Calatayud	1,00

Fuente: Elaboración propia con datos del Ministerio de Agricultura Alimentación y Medio Ambiente.



Las causas se han buscado en los modelos econométricos antes especificados y que tras estimarlos por Mínimos Cuadrados Ordinarios resultan:

$\text{LOG}(\text{Índice}) = -5.48 + 0.18 \cdot \text{LOG}(\text{VOLUMEN}) - 0.001 \cdot \text{LOG}(\text{Precio}) + 0.31 \cdot \text{LOG}(\text{EUROPA})$  (modelo 1)

$\text{LOG}(\text{Índice}) = -0.063 - 0.37 \cdot \text{LOG}(\text{PRECIO}) + 0.15 \cdot \text{LOG}(\text{EUROPA}) + 0.07 \cdot \text{LOG}(\text{ASIA})$  (modelo 2)

En la campaña 2000/01 (modelo 1) el volumen exportado (significativo al 85%) y el destino europeo (significativo al 98%) eran los únicos factores que explicaban la competitividad de los vinos de calidad embotellados. En cambio, en la campaña 2009/10 (modelo 2) los precios y las exportaciones a Asia, junto con las europeas, son significativos (al 85% de confianza).

## CONCLUSIONES

Las exportaciones de vinos españoles con D.O.P., tanto tranquilos, como espumosos y de licor, se están abriendo camino hacia destinos exteriores, traducándose esto en un aumento de su competitividad en el mercado internacional. Por ello, comparando los índices de competitividad de principios y finales de la década del 2000 de cada una de las D.O.P., puede afirmarse que se ha producido un aumento sustancial (casi del doble) de aquellas que pueden ser catalogadas como competitivas ( $\text{IVCR}_{\text{DOP}} > 1$ ).

Entre las razones que han hecho aumentar la competitividad de los caldos españoles en el mercado exterior, cabe destacar (tal y como se demuestra en el modelo 2), el precio de los mismos y la búsqueda de nuevos destinos de exportación, destacando Asia.

## AGRADECIMIENTOS

A los tutores, Juan Sebastián Castillo Valero y María Carmen García Cortijo; agradecerle especialmente a esta última su colaboración, trabajo y esfuerzo, sin ella, el cúmulo de datos de partida no podrían haberse transformado en resultados legibles.

## BIBLIOGRAFÍA

Pérez, Cesar. 2008. Econometría avanzada. Técnicas y herramientas. Madrid. Ed. Pearson, Prentice Hall. pp.: 740.

Heredia, J. y Huarachi, J. 2009. El índice de la ventaja comparativa revelada (VCR) entre el Perú y los principales exportadores del mundo. El caso de la Región Lambayeque. Cuadernos de difusión, 14 (26). pp.: 28-53

Páginas web visitadas:

- Observatorio Español del Mercado del Vino (OeMv) [En línea] Fecha de consulta: 14/03/2012: <http://www.oemv.es>
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente [En línea] Fecha de consulta: 14/03/2012: <http://www.magrama.es>
- Vinos de España [En línea] Fecha de consulta: 14/03/2012: <http://www.winesfromspain.com>



## EFFECTOS DE LA TEMPERATURA EN LA PRODUCCIÓN ANIMAL

Fernández de Juan, Álvaro; Llorente Soto, Irene.

Tutor: García Rebollar, Pilar.

*E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid.*

*Departamento de Producción Animal. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid.*

*Correo electrónico: alvaro.fernandezd@alumnos.upm.es; irene.llorente.soto@alumnos.upm.es.*

### RESUMEN

El presente trabajo trata de explicar los efectos de la temperatura en los sistemas de producción animal indicando cómo afecta ésta a las distintas especies animales; en concreto bóvidos y suidos, estableciéndose los intervalos óptimos de temperatura para el manejo de dichos animales. Además, se explicarán los mecanismos y estrategias naturales de los cuales se sirven estos animales para defenderse tanto de las bajas, como de las altas temperaturas y las medidas más importantes a tener en cuenta a la hora de acondicionar la explotación para el confort térmico de los animales.

**Palabras clave:** *temperatura crítica superior, temperatura crítica inferior, instalaciones*

### INTRODUCCIÓN

Los animales de granja, incluidas las aves, son animales homeotermos o de sangre caliente que mantienen su temperatura corporal constante independientemente de la del medio ambiente. Poseen un sistema termorregulador situado en hipotálamo, piel y sistema respiratorio, entre otros, manteniendo una temperatura corporal y un ambiente interno estable mediante la conversión de la energía de los alimentos en calor y el metabolismo de proteínas, carbohidratos y grasas. La producción de calor también puede ser regulada por mecanismos tales como cambios en el tono muscular, temblores o la secreción de las glándulas endocrinas, como la glándula tiroides, que incrementan las reacciones metabólicas celulares produciendo calor (García-Sacristán, 1995).

Si el animal no se encuentra en un rango óptimo de temperaturas, su crecimiento, producción y salud se verán afectados. Cuando esto suceda, hablaremos de estrés térmico: por frío (temperatura crítica inferior) o por calor (temperatura crítica superior).

Definimos temperatura crítica inferior (TCI) como la temperatura del aire por debajo de la cual, el animal debe incrementar su producción metabólica de calor para mantener el equilibrio térmico. Por otro lado, la temperatura crítica superior (TCS) sería la temperatura del aire por encima de la cual se incrementa marcadamente la pérdida de calor evaporativo (temperatura crítica evaporativa). A esto se le suma el incremento de calor producido por el aumento de la frecuencia respiratoria o jadeo.

### MECANISMOS DE TERMORREGULACIÓN

Cuando la temperatura ambiental disminuye, los animales reducen la pérdida de calor mediante los siguientes mecanismos: vasoconstricción periférica, aumento de la cobertura adiposa y la capa de pelo, cambio postural, agrupamiento de individuos y búsqueda de cobertura del viento, lluvia, nieve, etc. También pueden aumentar la producción de calor mediante el incremento del consumo de alimento y la actividad física, temblores involuntarios ante extremo frío y búsqueda de exposición a la radiación solar.

Cuando la temperatura ambiental aumenta, los animales incrementan la pérdida de calor mediante vasodilatación periférica, disminución del aislamiento corporal, cambio postural (descansando en una posición estirada o relajada), incrementando el enfriamiento evaporativo mediante la transpiración y el jadeo, buscando la sombra, reduciendo la actividad física y el consumo de alimento (Álvarez, 2002).



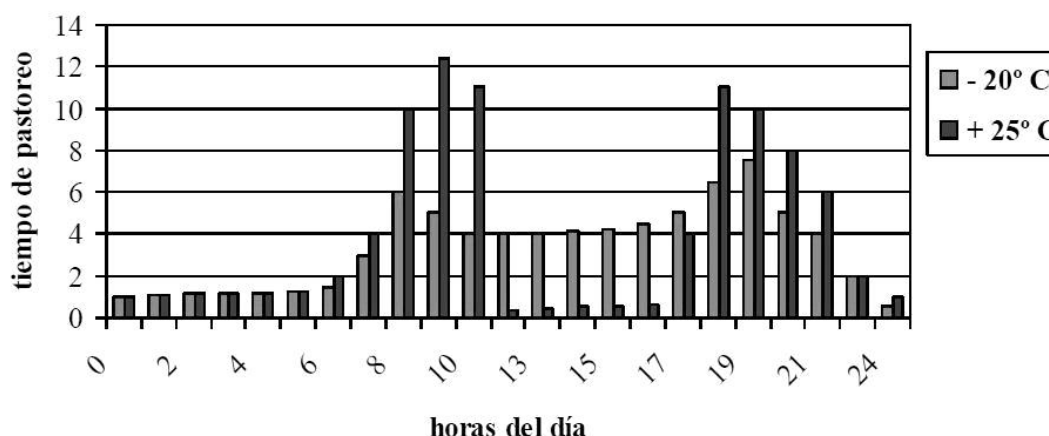
## GANADO BOVINO

Tomando como ejemplo la raza de vacuno lechero *Holstein freisian*, perteneciente al género *Bos taurus*, para una hembra adulta la TCI y la TCS son  $-30^{\circ}\text{C}$  y  $27^{\circ}\text{C}$ , para un ternero recién nacido son  $9^{\circ}\text{C}$  y  $27^{\circ}\text{C}$ , y, para un ternero de un mes de vida son  $0^{\circ}\text{C}$  y  $27^{\circ}\text{C}$ , respectivamente (Echevarría y Miazso, 2002). Se trata de animales adaptados en general al frío pero también tienen una elevada capacidad de perder calor por sudoración y polipnea. La capa de pelo de las razas europeas aumenta en fotoperiodos cortos, sin embargo en las tropicales no cambia (García-Sacristán, 1995).

### Efectos de la temperatura en bóvidos:

Efectos sobre los hábitos de pastoreo: Tal y como muestra la figura 1, cuando la temperatura media aumenta por encima de los  $25^{\circ}\text{C}$ , los animales pastan a primeras horas de la mañana (9:00 a 11:00 h a.m.) y últimas de la tarde (19:00 a 21:00 h). Sin embargo, cuando las temperaturas medias son muy bajas ( $-20^{\circ}\text{C}$ ) se observa un patrón de pastoreo más uniforme distribuidas a lo largo de las horas que hay luz (8:00 a 22:00h) para descender bruscamente por la noche.

**Figura 1. Patrón teórico de pastoreo en función de la temperatura media. (Cruaños, 2010)**



Efectos en la alimentación: Según Wathes y Charles (1994), las vacas disminuyen la ingesta de materia seca y aumentan el consumo de agua debido a la pérdida de saliva ocasionada por el aumento de la frecuencia respiratoria. Estos efectos fueron descritos y corroborados por Cruaños (2010), y tal y como se observa en la tabla 1, al aumentar la temperatura los consumos de materia seca reales se reducen casi un 50% y los de agua casi se duplican.

**Tabla 1. Relación entre la temperatura ambiental y hábitos alimenticios (kg de Materia Seca/ día) en ganado vacuno. (Cruaños, 2010)**

Temperatura (°C)	Consumo esperado (kg MS/día)	Consumo real (kg MS/día)	Consumo de agua (l/día)
10	18,2	18,2	64,6
20	18,2	18,4	65,4
30	18,9	16,9	76,2
40	20,2	10,5	102,6



**Efectos sobre la producción de leche:** La cantidad y composición de la leche se ven alteradas como resultado del descenso del consumo de alimento. Los rendimientos lácteos disminuyen entre un 50% y un 75% a temperaturas superiores a la TCS. Estos resultados fijan la temperatura óptima para el rendimiento lácteo de las razas de este género entre 10°C y 16°C. Además, se produce la disminución de la proporción de los ácidos grasos de cadena corta, aumentándose por el contrario, los ácidos palmítico y esteárico (Claros y Majano, 2010).

**Efectos sobre la fertilidad:** Este parámetro se ve afectado notablemente, pudiendo bajar de un 75% de eficiencia reproductiva del rebaño a un 10%. Una vaca con estrés calórico presenta vasodilatación periférica, por lo que el aporte sanguíneo al útero disminuye. Ésto produce un aumento de la mortalidad embrionaria, un descenso en la expresión de celos y una menor tasa de concepción (Claros y Majano, 2010).

### Instalaciones para vacuno lechero:

Según las recomendaciones de Mujika (2005), en climas cálidos, es conveniente orientar la nave de Este a Oeste. Ésto permite aprovechar el sol del invierno en el alojamiento, mientras que en verano se encuentra sombreado. En climas fríos, la nave debe estar orientada de Sur a Norte, permitiendo que pase el sol a los alojamientos.

Es necesaria la protección contra el azote del viento, ya que influye mucho sobre la sensación térmica y el bienestar de los animales. La ventilación debe permitir la eliminación del exceso de calor en verano y el exceso de humedad en invierno, además de mantener una buena calidad del aire.

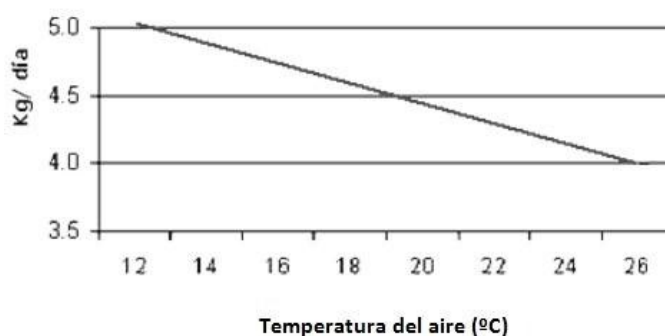
## GANADO PORCINO

Para un verraco y una cerda adultos, la TCI oscila entre los 15°C y los 19°C y la TCS es de 25°C, ya que los cerdos sólo pierden calor por conducción o radiación debido a que sus glándulas sudoríparas no funcionan (García-Sacristán, 1995). Si consideramos una cerda lactante, las necesidades térmicas varían y la TCI y TCS pasan a ser 10°C y 20°C, respectivamente. Para un lechón recién nacido, estas temperaturas son más elevadas: 30°C y 41°C (Echevarría y Miazzi, 2002).

### Efectos de la temperatura en suidos:

**Efectos en el consumo de alimento:** Según Grandía (2010), por cada grado centígrado de temperatura por encima de 26°C, la cerda reducirá su consumo entre 100 y 300 g de alimento al día. En la figura 2 se muestra una recta de regresión que expresa el descenso lineal en el consumo de alimento de cerdas reproductoras según asciende la temperatura del aire.

**Figura 2. Consumo de pienso de cerdas reproductoras en relación con la temperatura. (López y Morcillo, 2004)**





**Efectos en la fertilidad:** El aumento excesivo de la temperatura, produce en los sementales un efecto perjudicial sobre la espermatogénesis (incrementando la frecuencia de formas anormales) y la motilidad espermática, reduciéndose notablemente la fertilidad (Martínez, 1998). Las cerdas sometidas a estrés por calor durante los 15 primeros días después del servicio tienden a tener tasas de concepción más bajas y menor supervivencia embrionaria que las que no están sometidas a estrés por calor. Además, los lechones tendrán menos peso al destete que las que paren en condiciones más frescas, ya que al descender el consumo de alimento, también se resiente la producción de leche (Córdova, 2007).

**Efectos en la mortalidad de las cerdas:** Cuando la temperatura alcanza los 36-39°C, el animal no es capaz de reducir su temperatura corporal, cesa totalmente el consumo de alimento y con un pequeño incremento de la temperatura ambiental, puede sobrevenir la muerte.

### **Instalaciones para porcino:**

Para mantener la temperatura óptima de producción en porcinos, la granja o nave debe reunir las siguientes características: buen aislamiento de paredes y techos, sistemas de calefacción y refrigeración, sistemas de ventilación (entradas y salidas de aire, chimeneas, ventiladores y deflectores), suelos de alta calidad, correcta densidad de animales según edad, peso y tamaño (lotes) y un control de la humedad relativa (en torno a un 50-70%) (Mujika, 2005).

## **CONCLUSIONES**

En general, una variación notable de la temperatura corporal con respecto a la normal de cada animal produce la muerte en un corto periodo de tiempo.

Por ello, es importante cuidar el manejo del animal para garantizar su bienestar, así como una producción óptima, rentable y saludable para el consumidor.

### **AGRADECIMIENTOS:**

Agradecerle especialmente a nuestra tutora Pilar García Rebollar, profesora del departamento de producción animal, la ayuda otorgada para la realización de este trabajo.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Álvarez A. 2002. Facultad de Medicina Veterinaria. Universidad Agraria de la Habana. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, vol. 40, núm. 1, 2006, pp. 39-45.
- Claros M. y Majano D. [En línea]. Agosto 2010. Disponible en la web: <http://www.monografias.com/trabajos82/indice-temperatura-humedad-ith-vacas-lecheras/indice-temperatura-humedad-ith-vacas-lecheras.shtml>. Consultado el 10/3/2012.
- Cruañes M. J. 2010. Cátedra Bovinos de Leche. Universidad Nacional de Entre Ríos. Argentina.
- Córdova A. 2007. Facultad de Agronomía. Universidad Autónoma de Sinaloa, México.
- Echevarría A. I. y Miazzi R. 2002. Cursos de Producción Animal, Facultad de Agronomía y Veterinaria. Universidad Nacional de Río Cuarto. Argentina.
- García-Sacristán A. 1995. Ed. Interamericana-McGraw-Hill. pp 1015-1024.
- Grandía J. [En línea]. 8/11/2010. Disponible en la web: <http://albeitar.portalveterinaria.com/noticia/5819/ARTICULOS-PORCINO-ARCHIVO/efecto-altas-temperaturas-cerdas.html>. Consultado el 10/3/2012.
- López S. y Morcillo M. [En línea]. 20/8/2004. Disponible en la web: [http://www.3tres3.com/nutricion/manejo-alimenticio-de-reproductoras-en-epocas-de-estres-por-calor\\_906/](http://www.3tres3.com/nutricion/manejo-alimenticio-de-reproductoras-en-epocas-de-estres-por-calor_906/). Consultado el 12/3/2012.
- Martínez R. 1998. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Mujika I. 2005. Área de asistencia técnica en vacuno de leche. Instituto Técnico y de Gestión Ganadero. Navarra, España.
- Wathes C. y Charles D. 1994. Livestock Housing, Ed. CAB International.





## ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE PARASITACIÓN DE *CHELONUS INANITUS* L. (HYMENOPTERA: BRACONIDAE) EN *SPODOPTERA EXIGUA* HÜBNER (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)

Izarra, Raquel

Tutor: Adán, Ángeles

Departamento de Prod. Vegetal: Botánica y Protección Vegetal. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid

Correo electrónico: r.izarrafidalgo@gmail.com

### RESUMEN

*Chelonus inanitus* L. (Hymenoptera: Braconidae) es un endoparásitoide koinobionte solitario y ovo-larvario. Su rango de huéspedes natural lo constituyen un amplio número de especies de lepidópteros noctuidos como *Spodoptera exigua* Hübner y *S. littoralis* Boisduval.

Sin embargo, pese a que muestra un importante potencial para el control de estas plagas, no se encuentra disponible comercialmente para ser empleado dentro de un programa de Manejo Integrado de Plagas (Morales, 2004).

En este trabajo se ha estudiado el desarrollo y la tasa de parasitación de *C. inanitus* en el huésped *S. exigua*, empleando una o tres hembras del parásitoide a una densidad constante de huésped.

En cuanto a la parasitación con una o tres hembras, se observó que era muy elevada en ambos casos, siendo mayor en el caso de tres hembras. En ambos casos el desarrollo hasta la etapa adulta de *S. exigua* (huevos no parasitados) fue prácticamente nulo. Este hecho respalda que *S. exigua* es uno de los huéspedes habituales de *C. inanitus*.

Además, no se observaron diferencias entre las tasas de supervivencia del parásitoide hasta la etapa adulta ni en la proporción de hembras entre el tratamiento con una o con tres hembras.

**Palabras clave:** *Chelonus inanitus*, *Spodoptera exigua*, parasitación

### INTRODUCCION

*Chelonus inanitus* L (Hymenoptera: Braconidae) es un parásitoide nativo considerado un importante agente de control natural de determinados noctuidos plaga (Morales et al., 2006) como *Spodoptera littoralis* Boisduval, *Spodoptera exigua* Hübner, *Spodoptera frugiperda* Smith y *Heliothis virescens* Fabricius (Ingram et al. 1981). Es un parásitoide solitario (se desarrolla un solo individuo por huésped) ovo-larvario. La hembra pone sus huevos en los plastos de huevos de la plaga, permitiendo el desarrollo como oruga de ésta mientras crece en su interior. En la penúltima muda induce una metamorfosis precoz y la abandona, matándola. (Grossniklaus-Bürgin et al., 1994).

El objetivo de este trabajo fue el estudio en condiciones de laboratorio del parásitoide en la plaga *Spodoptera exigua* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae), un insecto polífago que ataca a diversos cultivos herbáceos y que presenta una gran incidencia en el sur de España (Belda 1991).

### MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron tres tratamientos de 10 repeticiones cada uno de ellos:

Tratamiento 1.- Huevos de *S. exigua* no expuestos a la parasitación.

Tratamiento 2.- Huevos de *S. exigua* expuestos a la parasitación de una hembra.

Tratamiento 3.- Huevos de *S. exigua* expuestos a la parasitación de tres hembras.



Los plastones de huevos de la mariposa utilizados fueron siempre de un número aproximado a 100 (con una variación entre 90 y 110) de edad entre 24 y 48 horas.

Una vez seleccionados los plastones se colocaron por separado en cajas cilíndricas de plástico (12 X 5 cm) con tapas ventiladas con tela de visillo.

Las hembras de *C. inanitus* empleadas para parasitar, se tomaron al azar de la cría general y se dejaron durante una hora y media en la caja que contiene los huevos de la mariposa. Durante ese tiempo se observó a las hembras cada quince minutos y se anotó en cada repetición cuantas hembras estaban parasitando en ese momento.

Una vez finalizado ese tiempo, las hembras se devuelven a la cría general y cada plastón de huevos se mantuvo individualizado como una repetición en la misma caja donde se expuso a la parasitación. El plastón se colocó en la caja con un círculo de papel de filtro en la base, una porción de dieta artificial para alimentar a las orugas y un papel de filtro doblado recubriendo el conjunto. Con esta medida se disminuye la pérdida de humedad de la dieta y aseguran unas buenas condiciones para la eclosión de los huevos.

Se estudió el desarrollo completo de estos huevos, manteniéndolos en la cámara de cría a una temperatura de  $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ , una humedad del  $75 \pm 5\%$  y con un fotoperiodo de 16 horas de luz por 8 de oscuridad. El número de larvas nacidas de cada plastón de huevos se contó al cabo de diez días, cuando las larvas tienen unos 5 mm, con el fin de reducir su mortalidad al manipularlas. Durante este recuento se realizó el traslado de las larvas a cajas de plástico rectangulares de mayor tamaño (22,5 X 10,5 cm) con un orificio rectangular de ventilación en la tapa superior de medidas 10,5 X 5 cm tapado con tela de visillo. Las repeticiones iniciales se mantuvieron siempre separadas. Cada dos días se revisaron las cajas y se cambió la dieta y el papel de filtro.

Hacia el final del desarrollo larvario se revisaron las cajas una vez al día y las larvas que estaban a punto de pupar se retiraron y se colocaron en otra caja cilíndrica de plástico con vermiculita, para que pudiesen enterrarse. Las larvas parasitadas se separaron en distintas cajas de las no parasitadas, anotando en cada caja la repetición a la que pertenecían. El recuento de pupas se realizó al cabo de unos 7 días y se colocaron de nuevo en otras cajas (manteniendo las repeticiones) en la que se cuentan los adultos emergidos. En el caso de *C. inanitus* se introduce en la nueva caja un bebedero y una porción de dieta, con el fin de estudiar la proporción sexual de los adultos emergidos.

Machos y hembras no pueden distinguirse morfológicamente, ya que el abdomen en forma de caparazón, característico del género *Chelonus* (Wharton, 1993) no permite distinguir el ovipositor de las hembras. Por esta razón, para distinguir los sexos, se expusieron plastones de huevos durante tres días consecutivos a los adultos emergidos. A medida que las hembras iniciaban la parasitación eran retiradas. Transcurridos los tres días se contaron como machos el resto de los adultos. Este periodo de tiempo se consideró suficiente porque la gran mayoría de las hembras ovipositaban el primer día.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Eclosión: Pese a no presentar diferencias significativas en ninguno de los tres casos, cabe destacar la reducción casi del 26% en la eclosión de *S. exigua* respecto al testigo en el caso de los plastones parasitados por tres hembras de *C. inanitus*.

Estos resultados pueden deberse al superparasitismo producido por la competencia intraespecífica. Rechav (1978) observó que en condiciones de laboratorio, *C. inanitus* tenía un comportamiento de superparasitismo en *Helicoverpa armigera*, observando hasta 5 huevos del parasitoide por huésped y ocasionalmente más de una larva en el interior del embrión del huésped. Kaeslin et al. (2005) señalan que el superparasitismo es frecuente en *C. inanitus*. En el huésped *S. littoralis* hasta 5-6 huevos pueden llegar a ponerse sin que muera el huésped. Por encima de ese número el embrión del huésped muere. También 2-3 larvas pueden alcanzar el hemocelo del embrión pero los parasitoides luchan con sus mandíbulas y solo queda un superviviente capaz de



completar su desarrollo. Hegazi et al (1980) observaron que el superparasitismo de *C. inanitus* en *S. littoralis* reducía, como en nuestro caso, la producción de parasitoides.

Desarrollo del huésped no parasitado: En el tratamiento control, no expuesto a parasitación, se observa que la mortalidad de *S. exigua* en el estado larvario es muy alta ya que más del 50% del número inicial de larvas no llegó a esta etapa de desarrollo. Para la emergencia la mortalidad es mucho menor.

De los aproximadamente 1000 huevos en total que no se expusieron al parasitoide, se obtuvieron 236 adultos de *S. exigua* mientras que de los huevos que si se expusieron al parasitoide el desarrollo del huésped fue prácticamente suprimido.

Estos resultados que muestran un nivel de parasitismo cercano al 100 %, respaldan que *S. exigua* es uno de los huéspedes más habituales de *C. inanitus*.

Cabello (1989) realizó un muestreo semanal durante tres años de larvas de noctuidos plaga, en cultivos de alfalfa, maíz, soja y algodón para estudiar los enemigos naturales de estas plagas. De un total de 11 especies plaga encontradas, *C. inanitus* se encontró parasitando larvas de *S. exigua*, *Mythimna loreyi* Duponchel (Lepidoptera: Noctuidae) y *H. armigera*. El noctuido más abundante fue *S. exigua* y *C. inanitus* su parasitoide más frecuente con un nivel de parasitismo que varió en los diferentes muestreos entre el 10,9 y el 100 %. Por otro lado, la mortalidad larvaria del tratamiento control fue muy elevada, cercana al 50%. En condiciones de laboratorio y de cría artificial hemos registrado esta baja supervivencia de los inmaduros, aunque desconocemos cual es la tasa de mortalidad natural en el campo. En cualquier caso, *S. exigua*, como la mayoría de los lepidópteros fitófagos, es una especie con estrategia "r", es decir con una elevada tasa reproductiva pero con una proporción de supervivientes hasta el estado adulto mucho menor.

Desarrollo del parasitoide: En cuanto a la pupación del parasitoide se observa que no existe diferencia significativa entre las repeticiones expuestas a tres hembras y las expuestas a una sola hembra. En ambos casos la mortalidad en el estado larvario fue muy alta.

En cuanto a la emergencia, no hay diferencias significativas entre los tratamientos.

La mortalidad en el estado de pupa fue baja en ambos casos, siendo menor en el caso de las repeticiones expuestas a tres hembras. Sin embargo, al comparar el número de adultos obtenidos en función del número de larvas nacidas, se obtiene un porcentaje muy bajo en ambos casos (34,7% y 40,2% respectivamente).

El número absoluto de adultos obtenidos a partir de una hembra es superior al obtenido a partir de 3 hembras parasitando. De los adultos obtenidos, el porcentaje de hembras no llega al 25% en ninguno de los dos casos. Este hecho coincidió con una escasez de hembras en la cría que se alargó durante varios meses.

En ninguno de los parámetros estudiados se observan diferencias significativas entre la exposición a una hembra del parasitoide o a tres. En ambos casos se suprimió prácticamente el 100 % de la pupación y aparición de adultos de la mariposa, o lo que es lo mismo la siguiente generación de la plaga

También hay que señalar otro efecto importante. En los noctuidos los principales daños en el cultivo son producidos por las orugas de penúltimos y sobre todo último estadio. En las orugas parasitadas por *C. inanitus*, se produce una metamorfosis precoz en el penúltimo estadio larvario. Morales et al. (2006) han señalado en *S. littoralis* un consumo de dieta durante toda la etapa larvaria menor, siendo muy significativo en los últimos estadios larvarios. La ventaja del empleo de parasitoides, desde este punto de vista, es que no solo eliminan al individuo plaga de la población, sino que también interfieren en sus hábitos disminuyendo, en muchos casos, su alimentación y por tanto los daños causados en el cultivo.



## CONCLUSIONES

Como conclusión, *C. inanitus* presenta cualidades para llegar a ser un agente de control biológico de *S. exigua* y otros noctuidos. Serán necesarios futuros estudios que desarrollen un método de cría masivo que resulte más económico y sencillo que el actual.

## AGRADECIMIENTOS

Gracias a toda la Unidad de Protección de Cultivos de la Escuela de Ingenieros Agrónomos de la Universidad Politécnica de Madrid, ya que sin su ayuda la realización de este trabajo no hubiera sido posible.

## BIBLIOGRAFÍA

- BELDA, J. 1991 *Plagas del tomate, bases para el control integrado*. Ministerio de agricultura, pesca y alimentación pp:53-88.
- CABELLO T., 1989 Natural enemies of noctuid pests in alfalfa, corn, cotton and soybean crops in Southern Spain. J. Appl. Entomol. 108: 80-88
- GROSSNIKLUS-BÜRGIN, C; WYLER, T; PFISTER-WILHELM, R y LANZREIN, B. 1994 *Biology and morphology of the parasitoid Chelonus inanitus (Braconidae, Hymenoptera) and effects on the development of its host Spodoptera littoralis (Noctuidae, Lepidoptera)* Invertebrate reproduction and development, 25:2 pp: 143-158.
- HEGAZI, E.M.; ALTAHTAWY,M; HAMMAD, S. M.; EL-SAWAF, S. K. 1980 *Notes on the biology of Chelonus inanitus (L.) (Hymen., Braconidae)* Zeitschrift für Angewandte Entomologie, 75: 291–294.
- INGRAM, W.R. 1891 *The parasitoids of Spodoptera littoralis (lep.: Noctuidae) and their role in population control in Cyprus*. Entomophaga 26: 23-37
- KAESLIN, M; PFISTER-WILHELM, R; LANZREIN, B. 2005 *Influence of the parasitoid Chelonus inanitus and its polydnavirus on host nutritional physiology and implications for parasitoid development*. Journal insect physiology. Vol. 51, pp: 1330-1339.
- MORALES, J. 2004 *Optimización del manejo de dos himenópteros parasitoides, Hyposoter didymator (Thunberg)(Ichneumonidae) y Chelonus inanitus (L.)(Braconidae) en el control de algunas plagas de noctuidos (Lepidopera) y evaluación ecotóxica de cinco insecticidas*. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Madrid.Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Madrid.
- MORALES, J; MEDINA,P y VIÑUELA, E.2006 *The influence of two endoparasitic wasps, Hyposoter didymator and Chelonus inanitus, on the growth and food consumption of their host larva Spodoptera littoralis*. Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Unidad de Protección de Cultivos Madrid.
- RECHAV,Y. 1978 *Biological and ecological studies of the parasitoid Chelonus inanitus (Hym.: Braconidae) in Israel* Entomophaga 23: 89-102
- WHARTON, R.A. 1993 *Bionomics of the braconidae* Annu. Rev. Entomol 38: 121-143



## ANÁLISIS ECONÓMICO-FINANCIERO DE LAS EMPRESAS DEL SECTOR FRUTÍCOLA EN LAS PROVINCIAS DE LÉRIDA, ZARAGOZA Y HUESCA

Maestro, Teresa; Ruiz, Jorge

Tutor: Alarcón, Silverio

Departamento de Economía y Ciencias Sociales Agrarias. ETSI Agrónomos. UPM

Correo electrónico: teresa.maestro@gmail.com; jorgerfdez@gmail.com

### RESUMEN

El Valle del Ebro, es una región frutícola consolidada como la principal zona de producción de frutas dulces en España, destacando entre ellas manzana, pera y melocotón. Esto ha favorecido el desarrollo de empresas en la zona relacionadas con la producción frutícola.

El objetivo de este trabajo es realizar un análisis económico-financiero de las empresas del sector frutícola en las provincias de Lérida, Zaragoza y Huesca. Para ello, se han empleado los balances de 69 empresas del sector para el periodo 2000-2009, y con los que se han calculado diferentes ratios económico-financieros que, posteriormente se han ajustado mediante regresiones, para obtener diferencias significativas que caractericen a las empresas por tamaños y provincias.

De los resultados se concluye que la mayor parte de las empresas son familiares y presentan pérdidas durante el periodo estudiado. A pesar de esto, presentan una liquidez aceptable.

**Palabras clave:** ratios económico-financieros, sector frutícola, Ebro

### INTRODUCCION

La región frutícola conocida como el Valle del Ebro y comprendida por Zaragoza, Huesca y Lleida, es la principal zona de producción de frutas dulces de España, donde destacan la manzana, la pera y el melocotón (representa en su conjunto casi el 50% de la superficie nacional de frutales en regadío, ver Tabla 1). Además de ser la principal zona de producción de frutas dulces en España, es también una de las más importantes de Europa lo que ha favorecido el desarrollo de diferentes tipos de industrias que estructuran un importante cúmulo empresarial en la zona (Mallada Martínez y Colom Gorgues, 2010).

**Tabla 1: Superficies en regadío de frutales de hueso y de pepita<sup>4</sup>**

Superficie por Región (ha)	Secano	Regadío	Secano no producción	Regadío no producción
Nacional	11945	88842	1279	10099
Lleida	31	23240	1	2801
Zaragoza	2638	9190	147	725
Huesca	52	8285	3	1230
Total de Huesca, Lleida y Zaragoza	2721	40715	151	4756
% que representa respecto a la superficie nacional	23%	46%	12%	47%

Fuente: MARM, 2009

El objetivo que persigue este trabajo, es realizar un análisis económico-financiero de las empresas que trabajan en el sector del cultivo de frutales de hueso y de pepita, en las provincias de Huesca, Zaragoza y Lleida.

A partir de las cuentas anuales de dichas entidades se ha realizado un estudio de los estados financieros de estas empresas, desde el punto de vista patrimonial, financiero y económico mediante la técnica de los ratios.

<sup>4</sup> Albaricoquero, Cerezo y guindo, Manzano, Melocotonero y Peral



## MATERIAL Y MÉTODOS

Partiendo de la base de datos SABI (Sistemas de Análisis de Balances Ibéricos), se han seleccionado las empresas del sector de agricultura que se dedican al cultivo de frutales de hueso y pepita en las provincias del Valle del Ebro. La base de datos empleada está compuesta por 10 empresas de Huesca, 32 de Lleida y 27 de Zaragoza.

Con los datos de estas empresas, se han calculado diferentes ratios de carácter financiero y económico con el fin de establecer su situación desde el punto de vista patrimonial, financiero y económico. Los ratios calculados han sido la liquidez, el endeudamiento y la estructura del endeudamiento (Tabla 2). Por su parte, los ratios económicos que se han calculado son la rentabilidad económica y la rentabilidad financiera (Fuente: Elaboración propia

Tabla 3). Estos ratios han sido seleccionados dentro de los ratios propuestos por Banegas Ochoveo et al (1998) para el análisis económico financiero de empresas.

**Tabla 2 : Ratios financieros**

Ratio	Fórmula	Comentario
Liquidez	$\frac{\text{Activo Circulante}}{\text{Pasivo Circulante}}$	Este ratio muestra la capacidad de una empresa de hacer frente a las deudas a corto plazo
Endeudamiento	$\frac{\text{Exigible Total}}{\text{Pasivo Total}}$	Este índice ofrece una idea de la composición del pasivo, ya que indica la proporción de los fondos aportados por los accionistas o generados por la propia entidad. Cuanto mayor sea el cociente, más endeudada estará la empresa.
Estructura endeudamiento	$\frac{\text{Exigible Corto Plazo}}{\text{Exigible Total}}$	La estructura del endeudamiento muestra la proporción de deuda a corto plazo que tiene la empresa. A menor valor del ratio, mejor calidad de la deuda.

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3: Ratios Económicos**

Ratio	Fórmula	Comentario
Rentabilidad económica	$\frac{\text{Beneficio antes de impuestos}}{\text{Activo Total}}$	Cuanto más elevado sea este ratio, mayor será la productividad del activo.
Rentabilidad financiera	$\frac{\text{Beneficio Neto}}{\text{Fondos propios}}$	La rentabilidad financiera mide la proporción de beneficios que se han obtenido en la empresa respecto de la inversión realizada por los socios <sup>5</sup> .

Fuente: Elaboración propia

A la hora de calcular los ratios anteriores, se han agrupado las empresas en función de la provincia en la que se encuentren y el tamaño. La diferenciación por tamaño separa las empresas cuyo volumen de ingresos anuales es inferior a dos millones de euros de aquellas que superan esta cifra, diferenciando así las micro de las pequeñas empresas de acuerdo a la definición para pymes del Ministerio de Industria, Energía y Turismo (2005).

Finalmente se realizarán regresiones matemáticas con los ratios obtenidos con el fin de establecer diferencias significativas entre las provincias, de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$R_{ti} = \alpha + \beta_1 I_{ti} + \beta_2 N_{ti} + \beta_3 Z_{ti} + \beta_4 H_{ti} + \beta_5 L_{ti} + \beta_5 V_{ti}$$

<sup>5</sup> Debido a la variabilidad de actividad del sector considerado donde las ventas no son comparables ni de la misma naturaleza, la rentabilidad financiera no se ha dividido en los ratios Margen, Rotación y Apalancamiento.



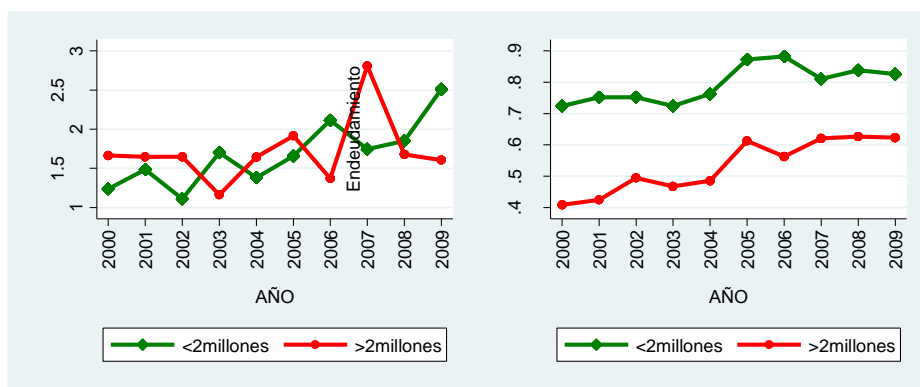
Donde  $t$  representa el año e  $i$  la empresa.  $R$  es el ratio analizado;  $N$  el número de empleados de la empresa;  $V$  es el volumen de ingresos; las variables  $Z$ ,  $H$  y  $L$  son variables *dummy* que representan a las tres provincias en estudio e intentar así, establecer diferencias significativas entre ellas. Se considerarán así mismo como variables explicativas los indicadores de sequía<sup>6</sup>, por ser un sector, a priori, muy influenciado por las condiciones climáticas. El método de estimación empleado ha sido la transformación de Prais-Winsten y el procedimiento iterativo de Cochrane-Orcutt, que corrigen los problemas de autocorrelación y mejoran la estimación en muestras pequeñas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observa que la liquidez oscila entre 1 y 3 (Figura 2). Generalmente, se admite (Oriol A., 2002) que cuando este cociente tiene un valor superior a 1 se confirma el estado de liquidez suficiente, mientras que un cociente inferior a 1 denota falta de liquidez. Es por esto que las empresas del sector no presentan en general problemas de liquidez. Se observa una tendencia creciente de este ratio.

Las empresas presentan endeudamientos bastante elevados, ya que el valor óptimo de este ratio está entre 0.5 y 0.65 (Oriol, 2002).

**Figura 2: Ratio de liquidez y de endeudamiento según el tamaño de la empresa**



Fuente: Elaboración propia

La estructura del endeudamiento se sitúa alrededor de 0.5, cifra que indica que aproximadamente la mitad de las deudas se contraen a largo plazo y la otra mitad a corto.

En general, se observa una rentabilidad económica negativa, debido a que han sufrido pérdidas. Además se observa una variabilidad muy importante de un año a otro. Se observa una gran bajada generalizada de la rentabilidad económica en el año 2005. Teniendo en cuenta el tamaño, también se ha observado que, en general, las empresas con mayores volúmenes de facturación son más rentables desde el punto de vista económico (Figura 3).

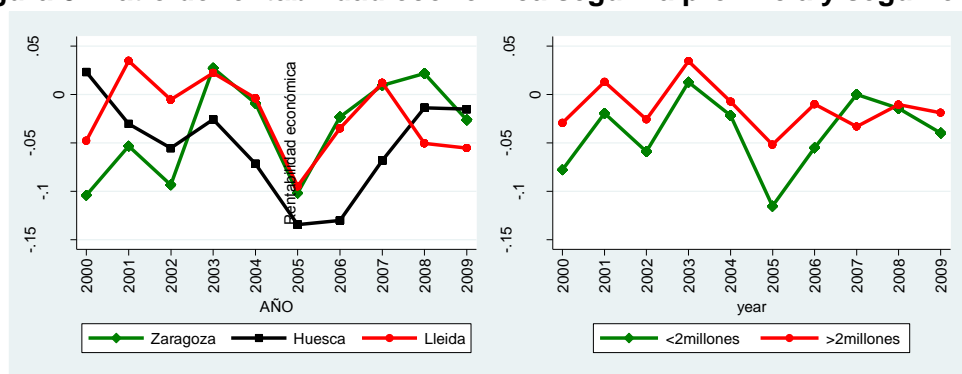
La rentabilidad financiera presenta un comportamiento más estable a lo largo de los años. Solamente las empresas de la provincia de Lleida presentaron una rentabilidad financiera negativa muy pronunciada en los años 2002 y 2005.

<sup>6</sup> Los indicadores de sequía son calculados por la confederación hidrográfica del Ebro según la metodología propuesta en el *Plan Especial de Actuación en caso de Sequía* (CHE, 2007). Para cada provincia, se ha seleccionado el indicador de sequía correspondiente a la zona/s de frutales en regadío más representativa de la provincia. Para Huesca se han empleado los indicadores de sequía del Canal de Aragón y Cataluña y de los Riegos del Alto Aragón. Para Lleida se han seleccionado los indicadores de los regadíos del canal de Urgel y los del canal Auxiliar. Para Zaragoza se ha empleado el indicador del Eje del Jalón.



En la Tabla 4, se recoge el único ratio para el que se han obtenido resultados estadísticamente significativos para las regresiones. El número de empleados tiene una influencia negativa sobre el ratio del endeudamiento. Lo que implica que a mayor tamaño de empresa en término de empleados, menor será el endeudamiento, confirmando lo observado en la Figura 2, donde se representa este ratio para dos dimensiones según volumen de ingresos.

**Figura 3: Ratio de rentabilidad económica según la provincia y según el tamaño**



Fuente: Elaboración propia

A pesar de la hipótesis de partida en la que se consideraba que la meteorología podía tener influencia sobre los resultados económicos de las empresas del sector, no se aprecia una relación significativa, si bien, en el periodo estudiado, el sistema de abastecimiento no se ha encontrado en ningún momento en estado de emergencia. Por otro lado, según el Plan Especial de actuación en caso de Sequía (CHE, 2007), las plantaciones de frutales tienen preferencia en el riego en épocas de escasez de agua.

**Tabla 4 : Regresiones significativas**

	Ind. Sequía	Vol. Ingresos	Nº empleados	Huesca	Lleida	Cte /	R2
<b>Endeudamiento</b>	-0.139	$-4.27 \cdot 10^{-8}$	-0.001*	-0.008	- 0.107	-0.946 /	0.2

Fuente: Elaboración propia

### CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos se concluye que esta actividad desarrollada por micro y pequeñas empresas no ofrece una gran rentabilidad.

En el periodo estudiado, el clima no ha resultado ser un factor limitante en la actividad económica estudiada. Sin embargo, el volumen de ingresos y por tanto el de la empresa, si tiene influencia sobre los ratios analizados, obteniendo mejores resultados las mayores.

Para futuros análisis se deberían tener en cuenta las ayudas recibidas por el sector y que no están incluidas en los datos recogidos de estas empresas agrarias.

### BIBLIOGRAFÍA

- Oriol, A., 2002. Claves del análisis de empresas.  
Banegas Ochovo R., Sánchez-Mayoral R., Nevado Peña D., 1998. Análisis por ratios de los Estados Contables Financieros (Análisis externo). Civitas, p 35.  
CHE, 2007. Confederación hidrográfica del Ebro. Plan especial de actuación en caso de Sequía en la Cuenca Hidrográfica del Ebro.  
Mallada Martínez, C. y Colom Gorgues, A., 2010. Análisis de la estructura y coordinación relacional entre stakeholders del cluster de frutas dulces en la región Lleida-Huesca, España. Agroalim, vol. 16, pp. 95-114.  
MARM, 2009. Hojas 1T  
SABI, 2011. Sistemas de Análisis de Balances Ibéricos.  
MIET, <http://www.ipyme.org/es-ES/CreacionEmpresas/Paginas/DefiniciondePYME.aspx>





## HUMEDALES ARTIFICIALES Y FITORREMEDIACIÓN COMO ALTERNATIVA PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Villar Alegría, Emilio

Tutor: Sánchez-Yélam, María Dolores

*Departamento de Biología Vegetal. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica.*

*Correo electrónico: e.villara@alumnos.upm.es*

### RESUMEN

En las últimas décadas se ha extendido la construcción de humedales artificiales para el tratamiento de aguas residuales. Estos consisten en una o varias lagunas artificiales poco profundas, con un medio granular de piedras o grava, donde crecen plantas como juncos, carrizos o espadañas (*Scirpus*, *Phragmites*, *Typha*) que forman simbiosis con una biopelícula de microorganismos con la que metabolizan y asimilan los residuos del agua. Son instalaciones que ofrecen un buen resultado para depurar y para el medio ambiente; son de bajo coste de construcción y mantenimiento, ya que no necesitan una tecnología avanzada, dado que utilizan procesos físicos y biológicos que ocurren en la naturaleza sin necesidad de gasto de energía, de reactivos químicos o de técnicos especializados en el tratamiento del agua o en el mantenimiento de la instalación. Constituyen por tanto una buena alternativa a los métodos de depuración tradicionales.

**Palabras clave:** *humedales artificiales, tratamiento de aguas, fitorremediación*

### INTRODUCCION

La fitorremediación es la eliminación de un contaminante determinado, ya sea de aguas residuales, de un suelo, o del aire dentro de un edificio, mediante el uso de plantas vasculares capaces de captar, asimilar y eliminar o reducir el contaminante en un medio, en este caso nos referimos a su utilidad en los humedales artificiales. En este artículo se explica la composición, el funcionamiento y las ventajas, así como los inconvenientes, de los humedales artificiales (también llamados filtros verdes o biofiltros) dedicados a la depuración de las aguas residuales, principalmente en ambientes rurales o semiurbanos, comparando esta técnica con los métodos tradicionales.

### Características de las aguas residuales urbanas

En un sentido estricto del término, el agua residual es el resultado del uso del agua natural cuando se le ha aportado cualquier tipo de sustancia, sólido, o incluso calor.

El término agua residual urbana se refiere al efluente que se origina en los núcleos urbanos, procedente de la utilización del agua en los servicios domésticos, en la limpieza de locales comerciales y en los servicios públicos, etc.

La contaminación principal de las aguas residuales urbanas o domésticas está formada principalmente por materiales orgánicos, tanto en suspensión como en disolución, siendo en gran parte biodegradables.

Hay otros parámetros que se consideran también de interés en el estudio de las aguas residuales (temperatura, pH, carbono orgánico total, cloruros, metales, aceites y grasas, detergentes, patógenos, etc.) y que suelen utilizarse para caracterizar condicionantes más específicos del uso realizado.

La depuración de las aguas residuales urbanas se realiza mediante procesos físicos y químicos con el objeto de reducir su contaminación hasta unos valores admisibles, antes de su restitución a los cauces naturales. Estos valores admisibles son definidos de forma específica por el organismo oficial competente (confederaciones hidrográficas, gobiernos autónomos, etc.) en función de la calidad ambiental objetivo (tabla 2) que se establece para el cauce receptor del efluente de la E.D.A.R. (Estación de Depuración de Aguas Residuales).

**Tabla 1. Valores generales de la composición típica del agua residual urbana\***

PARÁMETROS	Concentración (mg/l)		
	Fuerte	Media	Débil
Sólidos totales	1200	700	350
Sólidos suspendidos	325	200	105
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	400	220	110
Demanda química de oxígeno (DQO)	1000	500	250
Nitrógeno orgánico	80	45	25
Fósforo	15	8	4

\*Tabla confeccionada con valores extraídos de CEDEX, (2008).

**Tabla 2. Valores más requeridos en el efluente de una E.D.A.R.\***

PARAMETROS	Concentración (mg/l)	
	Zonas no sensibles	Zonas sensibles
Sólidos suspendidos	≤ 35	≤ 35
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	≤ 25	≤ 25
Demanda química de oxígeno (DQO)	≤ 125	≤ 125
Nitrógeno orgánico	-	≤ 15 / ≤ 10
Fósforo	-	≤ 2 / ≤ 1

\*Tabla confeccionada con valores extraídos de CEDEX, (2008).

### Humedales artificiales

Los humedales artificiales para la depuración de las aguas residuales son una alternativa eficiente de eliminación de la contaminación originada por pequeñas poblaciones, en ellos cabe destacar los siguientes procesos:

- Físicos:

Filtración que produce el medio soporte y el sistema radical de las plantas. Elimina principalmente materia orgánica e inorgánica en suspensión y metales, además de reducir ligeramente el fósforo del agua.

- Químicos y biológicos:

Biodegradación de los contaminantes por microorganismos en alta concentración en un medio de gran superficie específica (gravas y el sistema radical), junto con la absorción directa de nutrientes que realizan las plantas. Estos eliminan materia orgánica, nitrógeno y fósforo por asimilación al metabolismo del humedal. Además ayudan a reducir patógenos (ej. *E.coli* y otros coliformes fecales) ya que entre ellos se origina una competencia por la materia orgánica. Por otro lado son procesos que fijan CO<sub>2</sub> en vez de producirlo.

Así pues, lo que caracteriza a los humedales artificiales es una relación, hasta cierto punto simbiótica, en la que las plantas liberan por las raíces el O<sub>2</sub> que atrapan por las hojas, permitiendo la existencia de microorganismos aerobios que a su vez degradan la materia orgánica del agua y permiten su asimilación por la planta; y se establece un soporte óptimo entre el desarrollo de las plantas y los microorganismos que los integran. Existen diferentes clases de humedales, y la elección concreta de uno u otro tipo dependerá de condicionantes específicos de cada población y localización.

En función del tipo de flujo del agua:



- Sistema de flujo libre (FWS), son aquellos en los cuales el nivel del agua está por encima del medio soporte (Figura 1).
- Sistemas de flujo subsuperficial (SFS), son aquellos en los que el nivel de agua está por debajo de la superficie del medio soporte. Son los más utilizados ya que aseguran una mayor efectividad al contar con una mayor superficie específica, además se pueden adaptar a una mayor cantidad de ambientes y contribuyen a evitar problemas subsidiarios tales como malos olores o plagas de insectos. Según la dirección del flujo se dividen en horizontales y verticales (Figuras 2 y 3).

En función del tratamiento físico previo:

- Con tratamiento primario previo, como fosas de decantación – digestión, tanques Imhoff, etc.
- Híbridos, en los cuales, se dispone de una zona previa sin vegetación, con gravas, donde se lleva a cabo parte de la eliminación de sólidos.

Como es obvio, la aplicación concreta de estos sistemas está condicionada por diversos factores: la climatología, la temperatura del agua a tratar y los condicionantes que determinan la adaptabilidad de las plantas, por ejemplo el rango de altitud.

Los rendimientos de eliminación de la contaminación por estos sistemas, según la experiencia y la bibliografía son altos en cuanto a DBO<sub>5</sub>, DQO, sólidos y nitrógeno, por lo que con un adecuado diseño pueden cumplir perfectamente los requerimientos que establecen la legislación vigente y las autoridades ambientales (García, 2008). En general, es también significativa la reducción en los parámetros de metales y patógenos (Estrada, 2010), sin embargo, la eficiencia de eliminación de fósforo no es especialmente importante.

Los costes de mantenimiento y explotación de los humedales artificiales frente a otros sistemas convencionales de depuración, para pequeñas poblaciones (<500 h) son significativamente más ventajosos, con 110 €/1000 m<sup>3</sup> de vertido tratado, frente a los 300€/1000 m<sup>3</sup> de volumen tratado que cuestan los métodos tradicionales según el CEDEX (2008). Los costes de construcción de estos sistemas frente a los procesos convencionales son también considerablemente más ventajosos. Además los humedales son un recurso ideal para proyectos en el Tercer Mundo, ya que no crean dependencia tecnológica.

Por otra parte, también presentan inconvenientes, tales como la necesidad de una mayor superficie frente al tratamiento tradicional que hace difícil su adaptación a zonas muy pobladas y la espera para el desarrollo de la vegetación y la biopelícula que retrasa el funcionamiento óptimo del humedal.

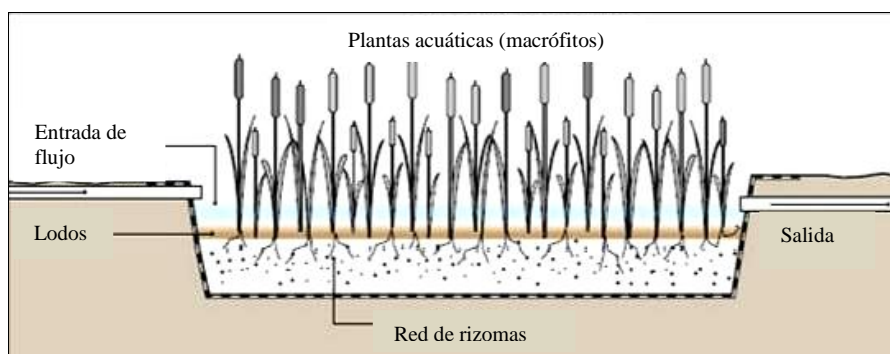
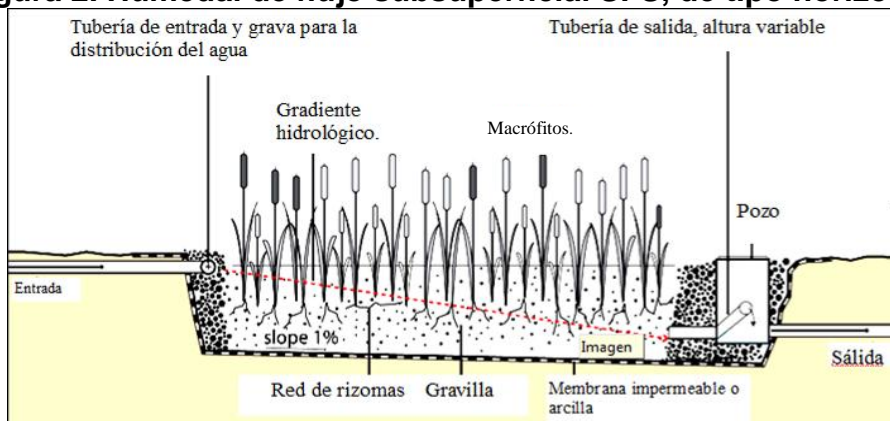
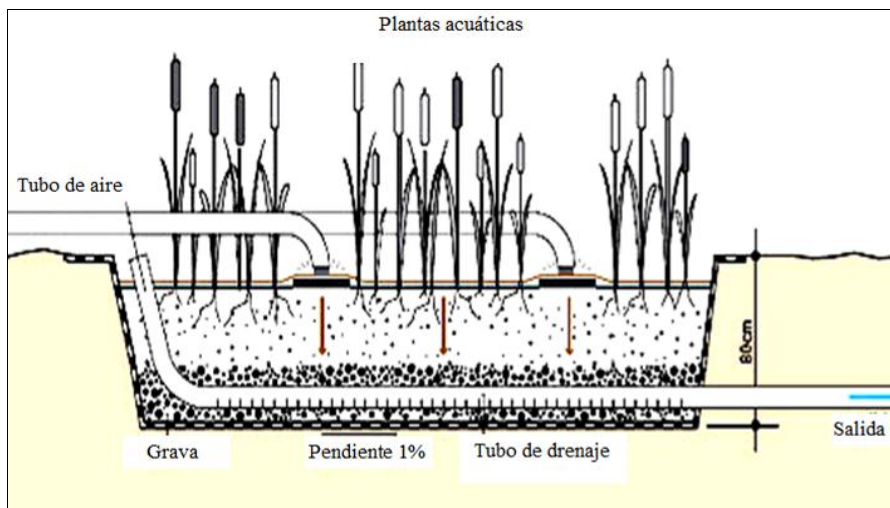
### **Sostenibilidad e integración ambiental**

Los humedales artificiales son infraestructuras que por su construcción y el mantenimiento que necesitan pueden considerarse altamente sostenibles y fácilmente localizables en su construcción y reparación.

En su construcción no es necesario emplear elementos costosos de producir o contaminantes; por el contrario, se utilizan materiales naturales como gravas y plantas adaptadas al territorio. En cuanto a su mantenimiento, lo más importante es que no consumen energía externa ni es necesario aportar compuestos químicos adicionales. De hecho, con un buen diseño y una buena gestión, el humedal puede ser casi autónomo.

Por otro lado, el hecho de que las especies vegetales utilizadas en el humedal tengan que estar bien adaptadas al territorio en cuestión, y soportar por tanto todos los condicionantes climáticos y edafológicos existentes, hace que la mejor opción sea la elección de especies autóctonas que no constituyan una intrusión en el ecosistema.

Desde el punto de vista paisajístico el impacto visual que supone la instalación es mínimo, ya que se integran ambientalmente con el entorno de los cauces naturales, sirviendo además de refugio de especies animales tanto locales como migratorias al contrario que el provocado por instalaciones en las que existen construcciones y predomina el hormigón.

**Figura 1. Humedal de flujo libre FWS.**Modificada de <http://www.alianzaporelagua.org/Compendio/tecnologias/t/t5.html>**Figura 2. Humedal de flujo subsuperficial SFS, de tipo horizontal**Modificado de <http://www.akvo.org/wiki/index.php/> por el autor.**Figura 3. Humedal de flujo subsuperficial SFS, de tipo vertical.**Modificado de: <http://www.akvo.org/wiki/index.php/edal> por el autor

### BIBLIOGRAFIA

- Anónimo, 2000. Constructed wetlands treatment of municipal wastewaters. Manual EPA 2000 (US Environmental Protection Agency).
- CEDEX, 2008. XXVI Curso de tratamiento de aguas residuales y de explotación de estaciones depuradoras.
- Estrada Gallego I.Y. 2010. Monografía sobre humedales artificiales de flujo subsuperficial (HAFSS) para remoción de metales pesados en aguas industriales
- García, J., 2008. Depuración con humedales construidos. [http://upcommons.upc.edu/e-prints/bitstream/2117/2474/1/JGarcia\\_and\\_ACorzo.pdf](http://upcommons.upc.edu/e-prints/bitstream/2117/2474/1/JGarcia_and_ACorzo.pdf)
- <http://www.alianzaporelagua.org/Compendio/tecnologias/t/t7.html>, 2012

## **SESIÓN P1**





## EL JARDÍN BOTÁNICO MEDITERRÁNEO DE LA E.T.S.I. AGRÓNOMOS: CARACTERIZACIÓN DE LA FLORA HERBÁCEA EN RELACIÓN A LA FLORA ARBÓREO-ARBUSTIVA

Álvarez Pérez, Ana

Tutor: De la Torre Llorente, Daniel

Departamento de Biología Vegetal. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid

Correo electrónico: ana.alvarez.perez@alumnos.upm.es

### RESUMEN

En este trabajo se ha caracterizado la flora herbácea del Jardín Botánico Mediterráneo situado en los Campos de Prácticas de la ETSI Agrónomos de Madrid. Se ha realizado tanto para el Jardín en su conjunto como para cada una de las formaciones vegetales representadas y de forma comparativa entre ellas.

Considerando el Jardín en su conjunto o determinada comunidad vegetal, los resultados muestran un predominio de tres-cuatro familias botánicas. Predominan los biotipos terofítico y hemicriptofítico, la indiferencia edáfica y la clase fitosociológica *Ruderali-Secalieta*. Se ha podido corroborar que la flora herbácea del Jardín es principalmente de carácter arvense-ruderal, nitrófila e invasora.

**Palabras clave:** clase fitosociológica, flora Arvense-ruderal, preferencia edáfica

### INTRODUCCION

Desde 2007, se está implantando en los Campos de Prácticas de la E.T.S.I. Agrónomos de Madrid, el Jardín Botánico Mediterráneo como recurso docente-investigador, con el decidido apoyo de la Dirección de la ETSIA y del Dpto.de Biología Vegetal. El desarrollo del Jardín ha contado con la financiación de la Fundación Premio Arce y de la propia Escuela.

Este Jardín pretende contribuir al conocimiento directo, por parte de los alumnos y del público en general, de las plantas silvestres autóctonas más comunes, que representan los principales paisajes y agrupaciones vegetales del entorno natural madrileño, característicos de los diferentes tipos de suelos y hábitats, siempre dentro del ámbito climático de influencia mediterránea, predominante en la zona Centro-peninsular.

Las comunidades vegetales que se están representando hasta el momento son, de mayor a menor humedad condicional, las siguientes (Imagen 1):

Melajar de *Quercus pyrenaica* Willd., quejigar basófilo de *Quercus faginea* subsp. *faginea* Lam., alcornocal de *Quercus suber* L., encinar carpetano de *Quercus ilex* subsp. *ballota* L. y coscojar-Sabinar de *Quercus coccifera* L. y *Juniperus thurifera* L.

Se han elegido estas cinco comunidades de vegetación mediterránea como las mejores representantes del más inmediato paisaje natural madrileño-mediterráneo.

Las comunidades vegetales representadas están recreadas con vegetación arbóreo-arbustiva característica. No obstante, hay un fuerte componente de vegetación colonizadora arvense-invasora, compuesta fundamentalmente por especies herbáceas y rebrotes de algunas especies leñosas invasoras. Esto es debido a la ubicación (en las afueras de Madrid capital, en ambiente ruderal y con fuerte nitrificación), y o a su reciente creación (con la vegetación arbóreo-arbustiva todavía en muchos casos incipiente y no consolidada, y con muchos espacios de suelo desnudo).

### MATERIAL Y MÉTODOS

El Jardín Botánico Mediterráneo se encuentra ubicado en los Campos de Prácticas de la ETSI Agrónomos, en concreto en la llamada zona de Producción Animal, en su parte

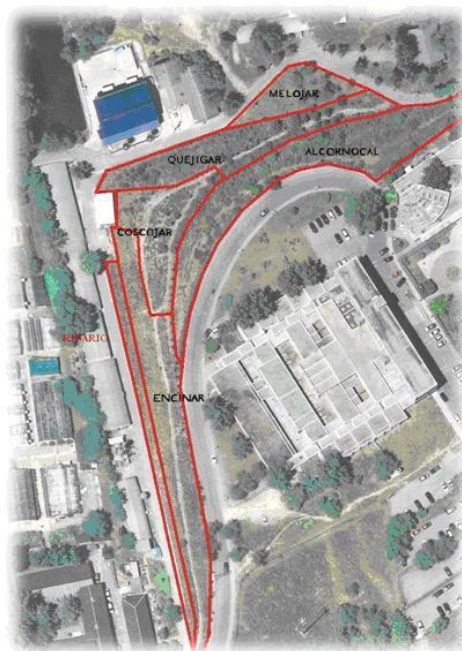


este, lindando con la carretera que sube hacia la Escuela Universitaria de Estadística de la Universidad Complutense de Madrid.

La caracterización de la flora herbácea del Jardín Botánico Mediterráneo se pretende abordar desde diversos aspectos:

Inventario florístico cualitativo, familia botánica, biotipo, preferencia edáfica y clase fitosociológica.

**Imagen 1. Distribución de las comunidades vegetales del Jardín Botánico Mediterráneo de los Campos de prácticas de la ETSI Agrónomos de Madrid (Año 2011) (Fuente: Google Earth)**



Cada uno de los aspectos mencionados se ha abordado tanto a nivel global de todo el Jardín Mediterráneo como a nivel de cada comunidad vegetal. La identificación de la flora se realizó durante la primavera y principios de verano de 2011, reanudándose la tarea durante el otoño del mismo año. La identificación de las especies se realizó *de visu* y en aquellos casos en los que fue necesario se determinaron las especies utilizando guías y claves dicotómicas y lupas binoculares (Bonnier, 1988; Castroviejo, 1993-2011; García Rollán, 1999; Villarías, 2006).

La caracterización de los demás aspectos (familia, biotipo, preferencia edáfica y fitosociología) se realizó igualmente *de visu* y con la ayuda de las claves y fichas de *Flora Ibérica* ([www.floraiberica.org](http://www.floraiberica.org)), del Herbario virtual de Jaca ([www.ipe.csic.es/floragon/index.php](http://www.ipe.csic.es/floragon/index.php)), del Herbario virtual del Mediterráneo Occidental (<http://herbarivirtual.uib.es>), de El Madrid Verde (Izco, 1984) y de la Memoria del mapa de series de vegetación de España (Rivas-Martínez, 1987).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el conjunto del Jardín Botánico Mediterráneo se han identificado un total de 139 especies herbáceas pertenecientes a 32 familias. La familia predominante que aparece en el Jardín Botánico Mediterráneo es la de las compuestas (Compositae). Destacan a continuación las gramíneas (Gramineae), las leguminosas (Leguminosae) y las crucíferas (Cruciferae). Estas cuatro familias suponen el 48% del total de las herbáceas, coincidiendo igualmente con las predominantes en los Jardines de la E.T.S.I. Agrónomos



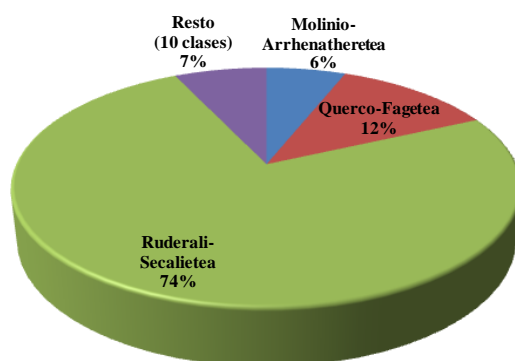


(Plaza *et al.*, 2011). Es importante la comparación con dicho artículo puesto que en él se estudiaron exclusivamente las especies pratenses de la E.T.S.I. Agrónomos, y por lo tanto todas ellas son herbáceas.

Si se comparan los resultados por familias con el estudio de la flora de Ciudad Universitaria (Gavilán *et al.*, 1993), aunque en este trabajo no se discrimina entre leñosas y herbáceas, se inventariaron 379 especies herbáceas pertenecientes a 44 familias; en el Jardín Mediterráneo se han inventariado 139 especies herbáceas pertenecientes a 32 familias, de las cuales, el 86 % ya se citaban para el conjunto de Ciudad Universitaria (Gavilán *et al.*, 1993); el 14 % restante se corresponde con especies no citadas en dicho trabajo aunque prácticamente en todos los casos se trata de especies arvense-ruderales. Esta elevada similitud en cuanto a la flora herbácea es lógica teniendo en cuenta que el Jardín Botánico Mediterráneo de la ETSI Agrónomos pertenece a la Ciudad Universitaria de Madrid.

Un 80% del total de las especies herbáceas inventariadas son indiferentes edáficas, , el 20% restante se reparte entre basófilas (13%) y acidófilas (7%). En el catálogo de la Flora Vascular de la Ciudad Universitaria de Madrid, del mismo modo, la mayoría de los especies son indiferentes edáficas (Gavilán *et al.*, 1993). Las formas biológicas predominantes son la hemicriptófita y la terófita (representando un 42% y 40% respectivamente); sólo un 15% de las especies herbáceas adoptan un biotipo geófito, y en un pequeño porcentaje se encuentran las caméfitas y las fanerófitas. Estos resultados en cuanto a las proporciones biotípicas son de todo punto lógicas, ya que se están analizando exclusivamente especies herbáceas que, por las características de sus ciclos vitales, normalmente anuales o bianuales, no suelen adoptar formas vitales camefíticas o fanerofíticas, mucho más propias de plantas leñosas.

**Figura 1. Proporción de especies según clase fitosociológica**



Tal y como muestra la Figura 1, la clase fitosociológica que predomina es *Ruderali-Secalieta*, con un 74% de las especies. En segundo lugar se encuentra, con un 12%, la clase *Querc-Fagetea*; con un 6% aparece *Molinio-Arrhenatheretea*. Las demás clases son poco destacables al presentar un número muy bajo de especies cada una de ellas (Figura 1; Tabla 1). Este claro predominio de la clase *Ruderali-Secalieta* parece indicar, junto al predominio de la indiferencia edáfica, la hipótesis de partida de que la mayoría de las especies herbáceas presentes en el Jardín Botánico Mediterráneo son de tipo arvense-ruderal, nitrófilas e indiferentes edáficas, según las definiciones de esta clase fitosociológica y la definición de flora arvense-ruderal (Font-Quer, 1993; Sanz-Elorza, 2009).

Tras analizar las especies herbáceas características de cada una de las cinco comunidades vegetales (melojar, quejigar, alcornocal, encinar carpetano y coscojar-sabinar), se ha constatado que tan sólo dos de estas especies herbáceas aparecen representadas en el Jardín Botánico Mediterráneo de la ETSI Agrónomos, es el caso de *Geranium molle* L. en el encinar y de *Rubia peregrina* L. en el quejigar (Costa *et al.*, 1998;



Grijalbo, 2010). Este dato implica que la flora herbácea del Jardín no es característica de las comunidades representadas, sino que se trata de flora arvense, ruderal y nitrófila principalmente, como se pretendía demostrar *a priori*.

**Tabla 1. Representación de clases fitosociológicas (%)**

	Encinar carpetano	Coscojar-Sabinar	Alcornocal	Quejigar basófilo
<i>Amplia ecología</i>	0%	0%	0%	0%
<i>Calluno-Ulicetea</i>	0%	0%	0%	0%
<i>Cisto-Lavanduletea</i>	2%	0%	0%	2%
<i>Cytisetea scopario-striati</i>	0%	0%	0%	0%
<i>Festuco-Brometea</i>	2%	3%	2%	2%
<i>Molinio-Arrhenatheretea</i>	7%	16%	4%	7%
<i>Ononido-Rosmarinetea</i>	0%	0%	0%	3%
<i>Pegano-Salsoletea</i>	2%	0%	2%	0%
<i>Pino-Juniperetea</i>	0%	0%	0%	0%
<i>Quercetea ilicis</i>	2%	0%	2%	3%
<i>Quercu-Fagetea</i>	2%	0%	12%	26%
<i>Rhamno-Prunetea</i>	0%	0%	0%	0%
<i>Ruderali-Secalieta</i>	<b>81%</b>	<b>81%</b>	<b>76%</b>	<b>55%</b>
<i>Salicetea purpureae</i>	0%	0%	0%	2%
<i>Sedo-Scleranthetea</i>	2%	0%	2%	0%

## CONCLUSIONES

Las tres familias predominantes son Compositae, Gramineae y Leguminosae. Predominan siempre las especies indiferentes en cuanto al sustrato se refiere. En las cuatro comunidades vegetales los biotipos predominantes de las especies herbáceas son la forma terófito y la hemicriptófito. La clase fitosociológica mayoritaria en las cuatro comunidades es *Ruderali-Secalieta*. De los resultados se desprende que la flora herbácea del Jardín Botánico Mediterráneo se corresponde en buena proporción con la flora pratense de la ETSI Agrónomos, sobre todo en cuanto a familias, biotipos y preferencia edáfica se refiere. Mayor aún es la semejanza con la flora herbácea del conjunto de Ciudad Universitaria, de la que forma parte. Además se puede afirmar que la riqueza florística del Jardín, comparada con la del conjunto de Ciudad Universitaria, es muy elevada. Teniendo en cuenta los resultados y conclusiones obtenidos con respecto a familias botánicas, biotipos, preferencia edáfica y clase fitosociológica predominantes para las especies herbáceas, se puede concluir que, efectivamente, la flora herbácea del Jardín Botánico Mediterráneo es mayoritariamente de tipo arvense-ruderal y colonizadora, no habiendo diferencias significativas entre las distintas comunidades vegetales.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecimiento especial al Prof. José Luis Ceresuela Soria como creador y principal impulsor del Jardín Botánico Mediterráneo de la ETSI Agrónomos de Madrid, así como a Carlos Ruiz y Juan de Torres, colaboradores.

## BIBLIOGRAFÍA

- Bonnier, G. & Layens, G. 1988.  
Castroviejo, S. (ed.) 1993-2011. (Varios volúmenes).  
Costa M., Morla C. & Sainz H. (eds.). vv.aa. 1998  
Font-Quer, P. 1993. 1244 p.  
García Rollán, M. 1999.  
Gavilán, R., Echevarría, J.E. & Casas, I. 1993. Bot. Complutensis 18: 175-201.  
Grijalbo Cervantes, J. 2010  
Izco, J. 1984.  
Plaza Fernández-Renau, B., Pascual López, A. 2011. En: IV Congreso de Estudiantes de Ciencia, Tecnología e Ingeniería Agronómica.  
Rivas-Martínez, S. 1987.  
Sanz-Elorza, M. 2009.  
Villarías, J.L. 2006.  
Flora Iberica: [www.floraiberica.org](http://www.floraiberica.org) [En línea].  
Herbario virtual de Jaca: [www.ipe.csic.es/floragon/index.php](http://www.ipe.csic.es/floragon/index.php). [En línea]  
Herbario virtual del Mediterráneo Occidental: <http://herbarivirtual.uib.es>. [En línea]



## EL ARGÁN: UNA PLANTA CON GRAN INTERÉS

López Fernández, Matilde

Tutores: Mendiola Ubillos, M<sup>a</sup> Ángeles; Aguado Cortijo, Pedro Luis

Departamento de Producción Vegetal: Botánica y Protección Vegetal. E.T.S.I. Agrónomos.

Universidad Politécnica de Madrid

Correo electrónico: matilde.lfernandez@alumnos.upm.es

### RESUMEN

El argán, *Argania spinosa* (L.) Skeels, es un árbol endémico del suroeste de Marruecos, que pertenece a la familia Sapotaceae. En los últimos años su importancia ha crecido enormemente debido a sus múltiples aplicaciones. De esta especie se utiliza desde la madera hasta las semillas de sus frutos, de las cuales se extrae un aceite muy apreciado por sus cualidades cosméticas y culinarias. Su elaboración queda reservada exclusivamente a las mujeres, lo que permite que mejore su situación socioeconómica e ingresos. Sin embargo, la sobreexplotación de estos árboles debido al gran margen de beneficios que aporta y el desequilibrio en su distribución, pone en peligro tanto el ecosistema como el sustento de numerosas familias.

**Palabras clave:** *Argania spinosa*, Argán, aceite de argán

### INTRODUCCIÓN

El argán es un árbol poco conocido aunque con un valor ecológico y socioeconómico vital para la única zona del mundo donde se encuentra. El interés de esta especie lo suscita el aceite extraído de las semillas de sus frutos, debido a sus propiedades saludables, tanto si se usa como alimento o como cosmético. La investigación en relación a sus propiedades ha dado pie a toda una industria y es un importante factor de desarrollo económico de las regiones de Marruecos donde se produce.

### ORIGEN, HISTORIA Y DIFUSIÓN

La especie *Argania spinosa* (L.) Skeels pertenece al género *Argania* y es la única representante de la familia Sapotaceae en el norte de África. Su nombre vulgar es argán, que procede del bereber “*arjân*” que deriva de “*rajnah*”, que significa “estar encerrado”, ya que esta especie sólo se encuentra en esa zona del planeta. Recibe otros nombres que reflejan la importancia sociocultural que tiene, como “árbol de la vida”, “árbol bendito” o “árbol sagrado”. El aceite que se extrae de sus semillas ya se conocía en la época fenicia, y se usaba para iluminar en lámparas. Los bereberes, nativos de la zona donde se encuentra esta especie, lo han usado desde la antigüedad por sus virtudes alimenticias y cosméticas, y le asociaban un carácter guardián de las almas y los rebaños debido a su resistencia, considerándolo un símbolo de protección frente a los males. En el siglo XIII ya se utilizaba en Marsella (Francia) para elaborar jabones y para consumo directo (Marfil, 2008).

### CARACTERÍSTICAS Y DESCRIPCIÓN

El argán es una especie arbórea, perenne y de talla media (de 5 a 7 m). Su porte característico se debe a que tiene un tronco corto, muy retorcido y nudoso, y ramas con espinas muy largas, de 2 a 3 cm. Las hojas son estrechas y pequeñas, enteras, glabras y de forma oblonga a lanceolada. Pueden encontrarse fasciculadas o solitarias y alternas, y con peciolo corto. Las flores son hermafroditas y no muy vistosas, ya que son pequeñas y de un color amarillo verdoso a blanquecino. Están dispuestas en glomérulos axilares o sésiles. La floración tiene lugar de mayo a junio. El fruto es una baya carnosa, no muy



grande (1,5-3 x 1,5-2 cm) y con alto grado de variabilidad morfológica. Es de color verde-amarillento y de forma ovalada a subglobosa. En su interior contiene una nuez o hueso dentro del cual hay de 1 a 3 semillas (López et al. 2009). En las figuras 1 y 2, se pueden observar detalles del fruto y las semillas, así como una imagen de un árbol con las cabras comiendo sus frutos.

**Imagen 1. Detalle del fruto.**

**a) en el árbol; b) seco; c) hueso que contiene las semillas; d) semillas**



Fuente. Internet y elaboración propia

**Imagen 2. El árbol del argán.**



Fuente. Internet

## PRODUCCIÓN Y EXTENSIÓN DEL CULTIVO

Al ser una especie endémica, la distribución del argán no es muy extensa y sólo se encuentra en el suroeste de Marruecos, desde la desembocadura del Oued Tensift hasta el Oued Noun, en ecosistemas áridos y semiáridos, a los que está perfectamente adaptada gracias a su comportamiento fisiológico. Según datos del Ministerio de Agricultura y Pesca Marítima del Gobierno de Marruecos (Ministère de l'Agriculture et de la Pêche Maritime) hay cerca de 800.000 hectáreas de argán y cada una contiene unos 30 árboles de media. Se recogen anualmente 78.000 toneladas de huesos, con las que se obtienen entre 3.500 y 4.000 toneladas de aceite. También se estima que el 13 % de la producción nacional de madera para combustible proviene de estos árboles (López et al. 2009).



## ELABORACIÓN Y COMPOSICIÓN DEL ACEITE DE ARGÁN

La elaboración del aceite de argán es un trabajo realizado únicamente por las mujeres. Existen tres métodos para su extracción: el tradicional o artesanal, el semimecanizado, que utiliza prensas mecánicas y el de extracción por disolventes orgánicos volátiles. A continuación, se describe brevemente el tradicional, que es el más empleado.

El fruto se recoge entre mayo y septiembre. Como el árbol tiene ramas espinosas, la recolección manual es difícil, por lo que o se deja que caigan por sí solos, o se varea el árbol, o se permite que las cabras se suban a ellos y se coman los frutos. Una vez han digerido la pulpa, se queda el hueso entero que se rescatará del estiércol. En todos los casos, una vez obtenidos los huesos, éstos se rompen mediante piedras para sacar las semillas de su interior y se dejan secar al sol y después se tuestan. A continuación, se machacan en una muela de piedra, llamada *azerg*. Se obtiene una masa oleosa, a la cual se va añadiendo agua repetidamente a la vez que se amasa, obteniendo una pasta. Al prensarla, ésta da una emulsión oleosa, que se decanta, obteniendo finalmente el aceite de color característico, llamado “oro líquido”. Queda el residuo, que es una torta de color marrón oscuro (Marfil, 2008).

Los componentes del aceite de argán se clasifican en dos categorías, la saponificable, que representa el 99% del peso del aceite y la insaponificable, el resto. La primera es rica en ácidos grasos insaturados, que representan una proporción muy superior a la de los saturados (80 - 90% frente a un 10-20 %). Los más abundantes son el oleico (45%) y el linoleico (35%) y en menor medida el linolénico. Los saturados presentes son el palmítico (15%) y el esteárico (5%). La segunda fracción se compone mayoritariamente de carotenoides y xantofilas (42%), que le aportan el color rojizo característico, tocoferoles (8%), esteroides (29%), alcoholes triterpénicos (20%), polifenoles (1%) y trazas de metales. Aunque es pobre en provitamina A, contiene más del doble (600-900 mg/kg) de tocoferoles que el de oliva (300 mg/kg), habiéndose identificado  $\alpha$ -tocoferol (vitamina E) y los  $\beta$ -,  $\delta$ - y  $\gamma$ - (Marfil, 2008 y López et al. 2009).

## INTERÉS Y APLICACIONES

El interés principal lo suscita el aceite, que tiene múltiples aplicaciones. Es una fuente importante de ácidos grasos insaturados para la dieta y por su rica fragancia y aroma, es ideal para utilizarlo en cocina, tanto en crudo como para freír, ya que es estable a altas temperaturas. Si se mezcla con miel y almendras da lugar a una pasta, llamada *amlou*, de alto valor energético y a la que se le atribuyen propiedades afrodisíacas. Debido a su composición, está indicado para reducir el nivel de colesterol perjudicial (LDL) y aumentar el beneficioso (HDL). Tiene propiedades hepatoprotectoras, previene la arterioesclerosis, el cáncer y los riesgos de sufrir abortos. Alivia los reumatismos y los dolores articulares. También, estimula y desarrolla las capacidades cerebrales. Por último, se ha observado que tiene efectos beneficiosos para las inflamaciones intestinales.

Por sus propiedades, es ideal para usarse en tratamientos cosméticos y dermatológicos. Al tener propiedades bactericidas y fungicidas, está indicado para algunas enfermedades de la piel, como la neurodermatitis, la psoriasis, el acné, las secreciones sebáceas y las pústulas de varicela y permite aliviar irritaciones de piel, eczemas y quemaduras. Es antioxidante, regenerador de la piel y estimula la irrigación cutánea, por lo que alivia grietas, estrías y patas de gallo. Además del aceite, la torta resultante de la extracción del aceite se destina a la alimentación del ganado, ya que, por su composición, supone un aporte energético ideal para los animales. La pulpa del fruto y las hojas son aprovechadas por los animales, como las cabras, que se suben a los árboles y se comen el fruto y las hojas (López et al. 2009).

Las cáscaras secas de los frutos se utilizan como combustible, al igual que la madera. Esta última es muy apreciada también en ebanistería y marquetería y para otro tipo de





construcciones por su dureza. En la figura 3 se muestran diversos ejemplos de productos derivados del argán: cremas y aceites corporales, jabones, aceite y *amlou*.

**Imagen 3. Ejemplo de productos comercializados.**



Fuente. Internet y elaboración propia

## OTROS ASPECTOS DE INTERÉS

Existe una importante desigualdad socioeconómica derivada de un producto milenario y arraigado en la cultura popular de la zona, ya que el reparto de los altos beneficios que se obtienen de la explotación del argán es aún muy desequilibrado. Las mujeres de las localidades rurales, sobre quienes recae todo el trabajo, reciben un salario muy inferior al de los que comercian con el aceite y los productos derivados, que se llevan márgenes de beneficios elevadísimos, mientras que ellas no ganan al día lo que vale un kilo de carne. Numerosas cooperativas de mujeres han crecido en las zonas donde se explota este producto y algunas se han unido, dando lugar a la “Union des Coopératives des Femmes pour la production et la commercialisation de l’huile d’Argane” (Unión de Cooperativas de Mujeres para la Producción y Comercialización del Aceite de Argán). Los objetivos principales de esta unión son mejorar las condiciones laborales de estas mujeres, de tal manera que reciban una retribución justa por su trabajo, para que repercuta en su bienestar familiar y en la preservación del medioambiente.

## CONCLUSIONES

Se presenta una planta endémica de Marruecos, describiendo sus características botánicas; se comentan sus múltiples y variadas aplicaciones, especialmente el aceite de argán, de gran importancia en la actualidad por su interés en cosmética principalmente. Además, se expone la idiosincrasia de su cultivo, la peculiar forma de recolección y transformación de sus frutos, y la importancia socioeconómica del argán para ese país tan cercano a Europa.

## AGRADECIMIENTOS

A María Ángeles Mendiola, por haberme animado a presentarme.

## BIBLIOGRAFÍA

- Argan Oil Cosmetics, <http://www.arganoil.es>, última consulta 12 de marzo de 2012.  
Coopérative Adaguen à Tafraoute, <http://www.adaguen.com>, última consulta 12 de marzo de 2012.  
López, JA. Alba, F. 2009. Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas, Vol. 8, Núm. 5, pp. 323-341.  
Marfil, R. 2008. Tesis doctoral, Universidad de Granada, Facultad de Farmacia.  
Ministère de l’Agriculture et de la Pêche Maritime, Royaume du Maroc, <http://www.agriculture.gov.ma>, última consulta 12 de marzo de 2012.  
Union des Coopératives des Femmes pour la production et la commercialisation de l’huile d’Argane, <http://www.cooperative-argane.com/ucfa>, última consulta 12 de marzo de 2012.



## EN ESPAÑA LAS VACAS “NO SE DOPAN”

Alonso Martínez, Alba; Contreras Casado, Axel; Pérez García, Hortensia

Tutor: García Rebollar, Pilar

Departamento Producción Animal. ETSI Agrónomos. Universidad Politécnica Madrid

Correo electrónico: alba.alonsom@alumnos.upm.es; axel.ccasado@alumnos.upm.es;

hortensia.pgarcia@alumnos.upm.es

### RESUMEN

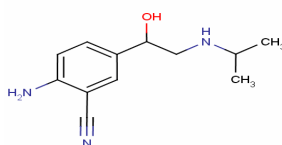
El cimaterol es un anabolizante que pertenece al grupo de los Beta-Agonistas Adrenérgicos de naturaleza sintética. Estas sustancias son derivados sintéticos de la epinefrina y norepinefrina que actúan aumentando la masa muscular de los animales, produciendo un cambio en el balance energético que disminuye la relación carne-grasa, y provocan la relajación del músculo liso (vasodilatación y broncodilatación). Además, desencadenan efectos negativos en la calidad de la carne ya que debido a su acción hiperglucemiante agotan las reservas de glucógeno muscular en el animal vivo. Como consecuencia, no se produce un descenso suficiente del pH muscular *post-mortem* y la carne adquiere un aspecto más oscuro, duro, y, por la falta de grasa, es más magra y fibrosa. Cabe mencionar, que los efectos de los residuos de estas sustancias en los humanos son de tipo agudo, provocando náuseas, temblores, taquicardias, nerviosismo, cefaleas y mialgias, por lo que desde 1981 la Unión Europea está regulando y prohibiendo su uso en la producción ganadera.

**Palabras clave:** cimaterol, anabolizante, calidad carne

### ESTRUCTURA QUÍMICA

El cimaterol tiene una estructura química similar a la de las catecolaminas, y es capaz de interactuar con los receptores de estas hormonas que se denominan receptores adrenérgicos. Según la International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC) este compuesto es: 2-amino-5-[1-hidroxy-2-(isopropylamino) ethyl] benzonitrilo y su fórmula molecular es  $C_{12}H_{17}N_3O$  (Figura 1).

**Figura 1. Estructura química del cimaterol (Fuente IUPAC)**



### ACCIÓN BIOLÓGICA EN TEJIDOS ANIMALES

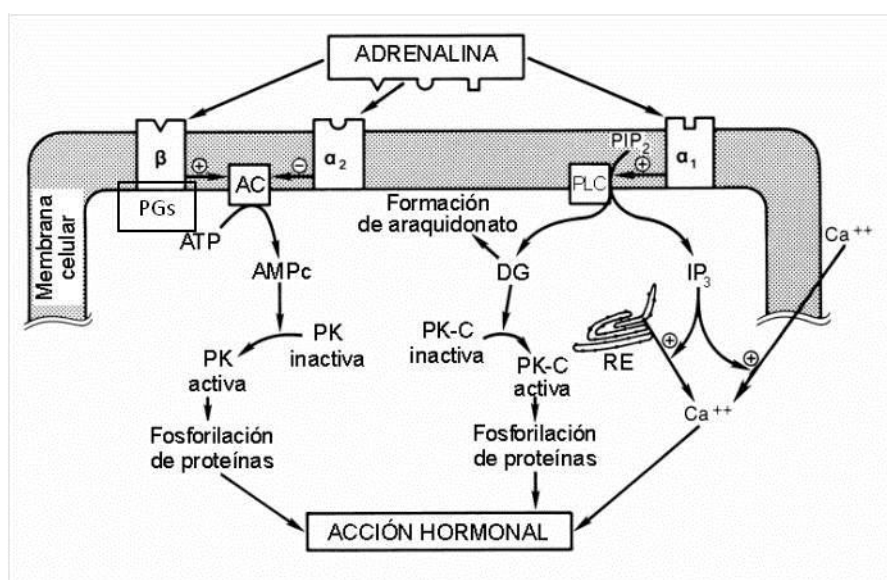
Las hormonas adrenérgicas o catecolaminas (noradrenalina y norepinefrina) se sintetizan y almacenan en los gránulos densos de las células cromafines de la médula adrenal y en las terminaciones de las fibras nerviosas simpáticas. Tal y como muestra la figura 2, sus receptores están localizados en la membrana de sus células dianas y hay cuatro tipos: los  $\alpha_1$ -,  $\alpha_2$ - y los  $\beta_1$ -,  $\beta_2$ -adrenérgicos. Los receptores  $\alpha$  se activan por las catecolaminas liberadas en las fibras nerviosas simpáticas. Los receptores  $\beta_1$  afectan principalmente al corazón y los  $\beta_2$  actúan sobre la contracción del músculo liso y el metabolismo intermedio (Cunningham, 2009).

Las sustancias llamadas agonistas  $\beta$ -adrenérgicos, como el cimaterol, son moléculas orgánicas que se unen a los receptores  $\beta$ -adrenérgicos, dando lugar a un complejo agonista-receptor similar al que formarían las catecolaminas. Dicho complejo emula la



acción biológica de éstas activando a la Proteína Gs de las células diana. La Proteína Gs, a su vez, activa a la Adenil Ciclasa que transmite las señales químicas de estas sustancias desde el exterior de la célula a su interior a través de la membrana celular. Ésta es responsable de la producción del adenosin monofosfato cíclico (cAMP, derivado del ATP que actúa como segundo mensajero en procesos biológicos). El cAMP se une a la Proteína Cinasa A, liberando una unidad catalítica que fosforiliza a las proteínas intracelulares, entre ellas a la enzima lipolítica responsable de la degradación de los triglicéridos (Cunningham, 2009).

**Figura 2. Mecanismos de acción de la adrenalina en las células diana mediados por los receptores adrenérgicos  $\beta$ ,  $\alpha_1$  y  $\alpha_2$ . +: estimulación; -: inhibición. PGs: Proteína Gs; AC: Adenil Ciclasa; ATP: Adenosin Trifosfato; AMPc: Adenosin monofosfato cíclico; DG: diacilglicerol; RE: Retículo endoplásmico; IP<sub>3</sub>: inositoltrifosfato; PIP<sub>2</sub>: fosfatidil inositol bifosfato; PK-C: Proteína Cinasa C; PLC: Fosfolipasa C.**  
(Adaptado de Hedge et al., 1987)



Los  $\beta$ -agonistas adrenérgicos como el cimaterol, tienen efectos biológicos positivos y negativos descritos por Moreno (2003):

### Efectos positivos

- Aumentan el peso vivo por un mejor desarrollo muscular debido al anabolismo proteico, y, ligado al incremento en la cantidad de proteínas, también aumenta la cantidad de agua en la carne.
- Disminuyen las grasas de depósito (reducción de la lipogénesis y aumento de la lipólisis) y cambian su composición, ya que aumenta el número de ácidos grasos insaturados.
- Mejoran el rendimiento en canal y en el despiece.
- Mejoran el índice de conversión del alimento.

La manera en que se alcanza un incremento de peso puede ser debido a una hipertrofia de las miofibrillas que contienen las fibras musculares. Al aumentar el diámetro de las miofibrillas la célula se ensancha, provocando que los músculos se agranden.





### Efectos negativos

- Taquicardias (puede provocar un incremento transitorio de la frecuencia cardíaca durante 24 horas aproximadamente).
- Temblores, nerviosismo.
- Aumenta la presión sanguínea.
- En algunos casos se ha llegado a producir un aumento de la tasa de cojeras.

A todo esto se suman los efectos negativos en la calidad de la carne. Dada la potente acción hiperglucemiante de estas sustancias (aumentan las concentraciones de glucosa en sangre), el músculo esquelético agota las reservas de glucógeno en el animal vivo. Esto, a su vez, provoca que la maduración de la carne sufra importantes alteraciones debido a que tras la muerte del animal, no se produce un descenso suficiente del pH muscular por la escasa conversión de glucógeno a ácido láctico. La consecuencia directa es que la carne queda más oscura, dura, y, por la falta de grasa, magra y fibrosa.

### USO TERAPÉUTICO

El cimaterol se puede utilizar como medicamento veterinario, sobre todo para el tratamiento de bronconeumonías (por su acción broncodilatadora), y para tratar otras afecciones respiratorias como el asma. También se utiliza como estimulante del útero en los partos, para el tratamiento de la enfermedad navicular y la laminitis, y también para inducir el parto en los équidos (Bayo Rodríguez, 2008).

Sin embargo, su uso debe ser controlado mediante receta médica ya que no se puede emplear para incrementar la masa muscular de los animales. Este empleo fue prohibido por la Agencia Española de Seguridad Alimentaria, según el Real Decreto 2178/2004 (B.O.E. 13.11.2004), posteriormente modificado por el Real Decreto 562/2009 (B.O.E. 09.04.09).

Según Torrano (2002), la preocupación por los efectos secundarios de estas hormonas y de otras como los esteroides en Europa, se debió a un escándalo que hubo en Italia, cuando un compuesto llamado Dietilestilbestrol (DES) fue inyectado ilegalmente en el ganado vacuno. La carne de estos animales se usó para fabricar comida para bebés y posteriormente, sus madres denunciaron el crecimiento de los senos en los niños de ambos sexos, así como la aparición de ciclos menstruales prematuros en niñas. Esto despertó la alarma, lo que provocó un mayor control en el uso de esteroides y beta-adrenérgicos (ya prohibidas muchos años atrás), así como su completa prohibición en animales creando los Reales decretos anteriormente mencionados.

Según Moreno (2003), los efectos de los residuos de los beta-agonistas en los humanos son de tipo agudo, provocando náuseas, temblores, taquicardias, nerviosismo, cefaleas y mialgias. Las primeras intoxicaciones se detectaron en los años 80 y hasta el año 2000 se detectaron 809 casos, destacando Madrid, Cataluña y Baleares como las principales comunidades afectadas (Hernández, 2001)

### DETECCIÓN DE RESIDUOS EN EL ANIMAL

Los principales tejidos en los que se detecta el cimaterol son el hígado y los ojos en los animales tratados. Por tanto, los análisis para el control de estas hormonas se realizarán en ambos tejidos, además del análisis de orina.

Los residuos se controlan mediante metodologías basadas en técnicas cromatográficas y de radioinmunoanálisis, con las que se pueden determinar partes por trillón de los residuos y metabolitos de las carnes. Algunas de estas técnicas usadas por el Laboratorio de Higiene, Inspección y Control de Alimentos (LHICA) son enzimoimmunoensayos (ELISA) como pruebas búsqueda, y como técnicas confirmatorias



se usa la Cromatografía de Capa fina, el HPLC, el HPTLC, la Cromatografía de Gas, las Espectrometrías y el DAD (Diodo Array).

## CONCLUSIÓN

Estos medicamentos producen un efecto de “dopaje” en los animales, aumentando su peso vivo (debido a la acumulación de líquidos en los músculos), el rendimiento en la canal y disminuyendo el depósito de grasas. A pesar de tener un uso terapéutico, la aplicación del cimaterol llevada al exceso supone un fraude para el consumidor ya que provoca una disminución de calidad en la carne transformándola en carnes tipo DFD (Dark, Firm, Dry).

Además, queda demostrado por diversos estudios, que este medicamento puede afectar tanto a animales como a humanos que ingieren sus carnes contaminadas. Cada vez hay un mayor seguimiento en Europa para evitar el uso de este beta-adrenérgico utilizando métodos “antidoping”. Estos seguimientos solo se realizan en Europa debido a que en Estados Unidos y en México el uso de estos esteroides está permitido. De aquí viene la controversia de que estas carnes puedan ser importadas a Europa y ser vendidas a igual precio aunque tengan peor calidad. La ingesta de estas carnes contaminadas podría llegar a ocasionar un falso positivo en controles antidoping en humanos, por esta razón la Agencia Mundial Antidopaje (AMA) en 2011, difundió un comunicado advirtiendo a los deportistas de extremar las precauciones en cuanto a la ingesta de carne, sobre todo en países fuera de la Unión Europea. Ya se han dado varios casos de deportistas de países como México que han dado positivo en las pruebas antidoping pero que han sido exculpados por considerar que este resultado era producto de la ingesta de carne contaminada. En la Unión Europea el caso más reciente es el “caso Contador”, que finalmente no ha sido considerado como consecuencia de la carne supuestamente contaminada que tomó durante el Tour de Francia de 2010 en el que participaba. Este caso perjudicó mucho a los ganaderos porque se puso en entredicho que cumplieran la normativa Europea, y en nuestra opinión, este caso en particular no debería inducir a generalizaciones en cuanto a los sistemas de producción empleados en la ganadería española.

## AGRADECIMIENTOS

A Pilar García Rebollar por su ayuda y consejos.

## BIBLIOGRAFÍA

- [http://www.produccionbovina.com/informacion\\_tecnica/invernada\\_promotores\\_crecimiento/19-promotores\\_del\\_crecimiento.pdf](http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/invernada_promotores_crecimiento/19-promotores_del_crecimiento.pdf). Fecha de consulta: 12 marzo 2012.
- Bayo Rodríguez, F. 2008. Tesis doctoral: Reglamento taurino de Aragón. Aspectos: Veterinarios, deontológicos y jurídicos. pp 190-196.
- Cunningham J.G. y Klein, B.G. 2009. Fisiología veterinaria. Ed. Elsevier Saunders. pp 428-464.
- De Hedge, G.A., Colby H.D., Goodman, R.L. 1987. Clinical endocrine physiology. Ed. Saunders (Philadelphia).
- Hernández G. 2001. Boletín epidemiológico semanal, vol. 9, 1, 1-4.
- IUPAC. International Union of Pure and Applied Chemistry. [En línea] <http://www.iupac.org/nc/search.html>. Fecha de consulta: 12 marzo 2012.
- Moreno, B. 2003. Ed. Díaz de Santos. pp 458-461.
- Torrano, C. 2002. XI Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal. Trujillo. ULA.
- Ramírez Juárez, L. A. 2010. [En línea] <http://www.slideshare.net/lr18mx/expoaditivos-hormonales>. Fecha de consulta: 12 marzo 2012.
- Real Decreto 2178/2004, de 12 de noviembre, por el que se prohíbe utilizar determinadas sustancias de efecto hormonal y tireostático y sustancias beta-agonistas de uso en la cría de ganado. BOE 13 noviembre 2004 núm. 274
- Real Decreto 562/2009, de 8 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 2178/2004, de 12 de noviembre, por el que se prohíbe utilizar determinadas sustancias de efecto hormonal y tireostático y sustancias beta-agonistas de uso en la cría de ganado. BOE 9 abril 2009 núm. 87.



## TRATAMIENTO MAGNÉTICO COMO TÉCNICA ESTIMULANTE DE GERMINACIÓN Y CRECIMIENTO DE SEMILLAS DE SOJA

Campos Gibert, Adrián

Tutores: Carbonell Padrino, M<sup>a</sup> Victoria; Flórez García, Mercedes

Departamento de Física y Mecánica Fundamentales y Aplicadas a la Ingeniería Agroforestal. E.T.S.I.

Agrónomos Universidad Politécnica de Madrid

Correo electrónico: camposadrian@hotmail.com

### RESUMEN

El campo magnético está presente en la naturaleza y afecta al reino vegetal y animal. Estudios previos han determinado que la aplicación de campos magnéticos modifica la velocidad de germinación y el desarrollo de las plantas. Este estudio se centra en el efecto que puede producir en la germinación de las semillas y las primeras etapas de crecimiento de soja (*Glycine max L.*) la exposición a campos magnéticos estacionarios de 125 mT, 250 mT y 300 mT durante diferentes tiempos (10', 20', 1 hora, 24 horas y de forma permanente). Se han observado diferencias muy significativas tanto en la velocidad de germinación como en el porcentaje de semillas germinadas entre las semillas control y las tratadas. Asimismo, dichas plántulas han presentado un crecimiento mayor, más rápido o temprano que las plántulas del grupo control. Estos resultados ofrecen nuevas posibilidades para una más efectiva producción vegetal.

**Palabras clave:** campo magnético estacionario, *Glycine max L.*, germinación

### INTRODUCCIÓN

El campo magnético que protege a la Tierra de la radiación y los vientos solares se formó hace 3.450 millones de años, promoviendo la aparición de actividad biológica en el planeta (Tarduno, J.A. *et al.*, 2010). La intensidad del campo magnético terrestre es bastante débil, y oscila entre 0,4-0,6 gauss dependiendo de la latitud y otros factores (Amaya, J.M. *et al.*, 2009). Durante las últimas décadas los posibles efectos de los campos magnéticos sobre los seres vivos han sido objeto de numerosas investigaciones, entre ellas se encuentran las que determinan su influencia en la germinación y en el crecimiento de especies de interés agronómico y forestal, que hasta ahora han mostrado casi siempre un efecto estimulante (Álvarez, J., 2011). En el Dpto. de Física y Mecánica de la Ingeniería Agroforestal, el grupo de investigación ha realizado estudios previos en esta línea con semillas de cereales (trigo, avena, cebada, maíz, arroz), leguminosas (lenteja, guisante), pratenses (alfalfa, poa, festuca, lolium, agrostis), medicinales (salvia, caléndula) y otras como girasol y cardo. Todos ellos mostraron que el tratamiento de semillas con campos magnéticos tiene un efecto positivo sobre su germinación y desarrollo. Recientemente, Carbonell, M.V. *et al.* (2011) expusieron semillas de guisante (*Pisum sativum L.*) a campos magnéticos estacionarios de 125 mT y 250 mT, y estudiaron los efectos en los estados iniciales de crecimiento. La longitud y peso de las plántulas a las que se había aplicado dicho tratamiento magnético fueron superiores a los de control. Los mejores resultados se obtuvieron para exposición continua. A pesar de los resultados satisfactorios obtenidos, el elevado número de factores que intervienen en la interacción campo magnético-ser vivo complica el establecimiento de mecanismos de acción, por lo que todavía hoy constituyen meras hipótesis.

### MATERIAL Y MÉTODOS

Se han realizado dos tipos de ensayos en laboratorio: ensayos de germinación y ensayos de crecimiento. Los ensayos se han realizado en condiciones similares de temperatura



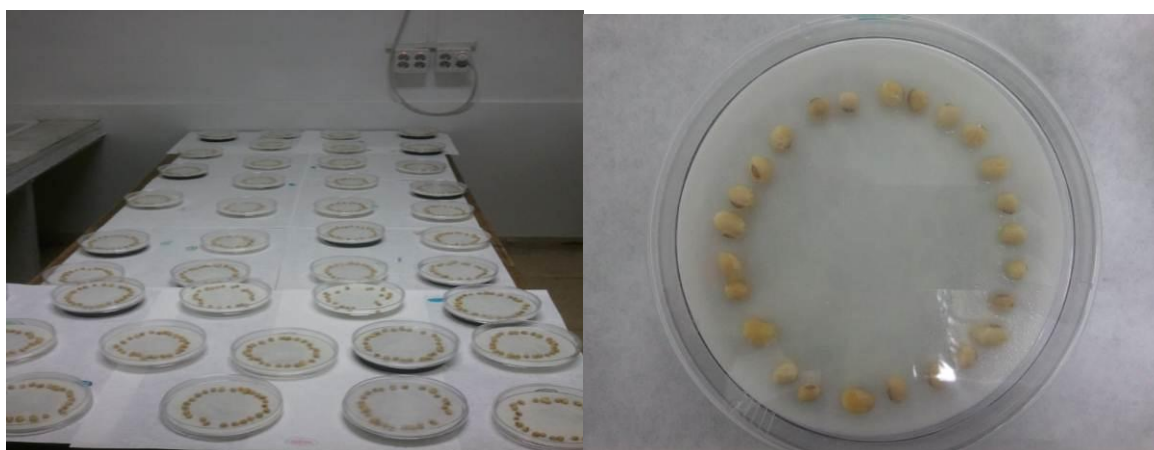
ambiente ( $20 \pm 2$  °C) y luz natural de laboratorio. El campo geomagnético en el laboratorio tiene un valor de  $42 \mu\text{T}$ .

Las semillas se han expuesto a campos magnéticos estacionarios, que son generados mediante imanes. Los distintos tratamientos aplicados se diferencian entre sí por la distinta magnitud de dos variables: inducción magnética y tiempo de exposición. Se utiliza, de esta forma, un control (sin tratamiento) y 15 tratamientos con campo magnético: 5 con una intensidad de campo de 125 mT durante 10', 20', 1 hora, 24 horas y de forma permanente; 5 tratamientos con una intensidad de campo de 250 mT y 5 tratamientos con una de 300 mT, aplicando los mismos tiempos para cada una.

### **Ensayos de germinación**

Los ensayos de germinación se han realizado para determinar si existe un posible aumento en la velocidad germinativa de las semillas sometidas a tratamientos magnéticos. Las semillas se humedecieron con agua destilada antes de ser expuestas a los diferentes tratamientos. Se han tenido en cuenta las recomendaciones para la germinación en laboratorio especificadas en las Reglas Internacionales para Ensayos de Semillas de la International Seed Testing Association (I.S.T.A., 2002). Se utilizaron 100 semillas para cada uno de los 15 tratamientos y el grupo control, distribuidas en 4 placas de Petri con 25 semillas cada una, es decir, 4 repeticiones por tratamiento y el control, en total 1600 semillas.

#### **Fotografías 1 y 2. Ensayo de germinación.**



Se colocaban las 25 semillas de soja formando una circunferencia sobre el papel de filtro, de aproximadamente el mismo diámetro que los imanes de cerámica. Esta disposición aseguraba que todas las semillas que iban a tratarse posteriormente estaban sometidas a la misma intensidad de campo magnético. Después, se dejaron transcurrir dos horas para que se empaparan bien, hasta realizar el correspondiente tratamiento, lo que se hacía situando las placas Petri sobre los imanes. Las placas se dispusieron aleatoriamente, separadas entre sí aproximadamente 20 cm, para que los campos magnéticos generados por cada imán afectaran sólo a la placa que tuvieran situada encima. Posteriormente se fueron realizando conteos, en los que se apuntaba el número de semillas que habían germinado en cada placa. Las placas se tomaban de la mesa de forma aleatoria. El tiempo necesario para realizar el primer conteo fue estimado mediante ensayos-prueba previos y resultó ser de 24 horas. Los siguientes conteos se realizaron periódicamente aproximadamente cada 8 horas.



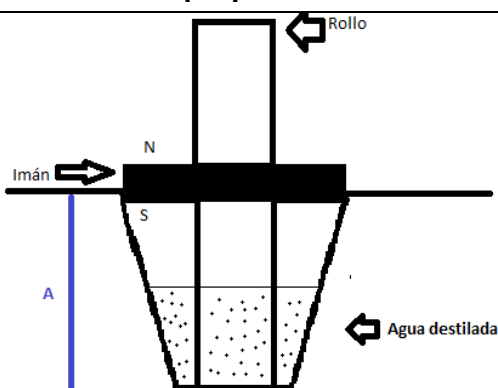
## Ensayos de crecimiento

Los ensayos de crecimiento se han realizado para dilucidar si el hecho de exponer semillas a campos magnéticos produce una aceleración en el desarrollo de las posteriores plántulas. La incidencia en el desarrollo ha sido evaluada en raíz y total (raíz + hipocótilo) mediante dos parámetros: longitud y peso.

Para la realización de los ensayos de crecimiento se utiliza el método de rollos (Flórez, M. *et al.*, 2007). Se recortan tiras rectangulares de papel de filtro, de dimensiones adecuadas para colocarlo enrollado dentro del imán. A continuación, se adherían en cada rollo 15 semillas correspondientes a cada una de las 4 repeticiones que constituye un tratamiento. El pegado de las semillas se realizaba con un pegamento no tóxico. Las semillas se pegaban a lo largo de una línea horizontal marcada con un doblez de forma que quedaran equidistantes entre sí. La altura desde el borde inferior del papel de filtro hasta la línea marcada con lápiz debía coincidir con la altura "A" marcada en la Figura 1. De esta manera se aseguraba que las semillas quedaban situadas a la cota que marca la mitad longitudinal de la altura del imán, cuando el papel de filtro estaba enrollado dentro del imán y en el vaso.

Una vez adheridas las semillas al papel de filtro, éste se enrollaba sobre sí mismo. Cada uno de los rollos se introducía de forma vertical en el agujero del imán correspondiente, colocándolo a su vez dentro de un vaso. Los vasos contenían 100 ml de agua destilada para que el rollo se humedeciera en su totalidad por absorción capilar. Posteriormente, se distribuían de manera aleatoria.

**Figura 1. Papel de filtro enrollado, con semillas pegadas a la altura A, colocado dentro del hueco del imán (N: polo norte, S: polo sur). Fuente: elaboración propia.**



**Fotografía 3: Método de rollos, distribución aleatoria de los vasos con agua destilada. Fuente: elaboración propia.**



Las medidas se efectuaban a los días 3, 6 y 10 después de la siembra. Las tareas de medida realizadas en cada día eran las siguientes:

- En el día 3 se realizaban medidas sólo de la longitud de la raíz, puesto que el hipocótilo no se había desarrollado aún. Después de realizar las medidas correspondientes a un rollo, éste se volvía a enrollar e introducir en el imán.
- En el día 6 se midió la longitud de la raíz y la longitud total: raíz + hipocótilo.
- En el día 10 se midieron primero las longitudes del hipocótilo y la raíz; posteriormente, se procedió a pesar la raíz y el total: raíz + hipocótilo + cotiledón.

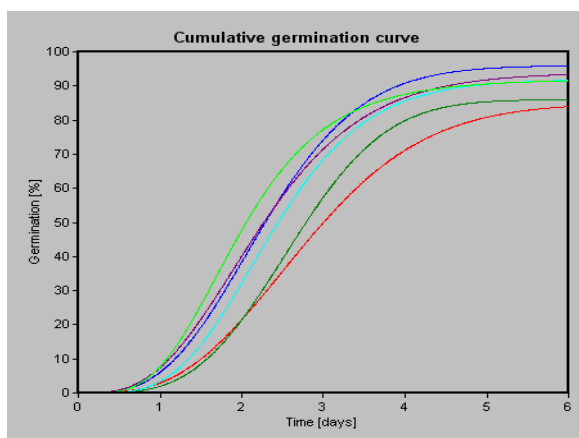


## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

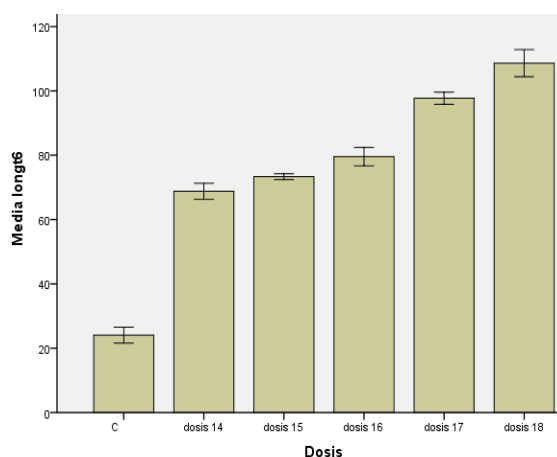
En los ensayos de germinación, se encontraron diferencias significativas con respecto al control para tratamientos de las tres intensidades en el porcentaje de semillas germinadas (Gmax), en el tiempo necesario para que germine el 1, 10, 25, 50 y 90 % del número de semillas utilizadas en cada tratamiento y en el tiempo medio de germinación (TMG). Además, se encontraron diferencias extremadamente significativas para el tratamiento de 300 mT y exposición crónica.

En cuanto a los ensayos de crecimiento, se encontraron diferencias extremadamente significativas con respecto al control en crecimiento (mayor, más rápido o temprano) de las plántulas de soja expuestas a la presencia de los campos magnéticos estacionarios durante 20', 1h, 24h y exposición crónica.

**Figura 2. Curvas de germinación de semillas expuestas a campo 125 mT. Control (rojo) frente a distintos tratamientos (extraído de Seed Calculator 2.1.).**



**Figura 3. Medidas de la longitud media de la raíz (mm), para control y tratamientos con exposición a un campo 300 mT, 6 días después de siembra (extraído de SPSS v.18).**



## CONCLUSIONES

La exposición de semillas de soja a un campo magnético de 125 mT, 250 mT ó 300 mT supone un aumento de la velocidad de germinación y favorece el crecimiento de las plántulas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, J. (2011). *Exposición de semillas de Triticale a campos magnéticos estacionarios de 125 mT y 250 mT. Efectos en la velocidad de germinación y primeras etapas de desarrollo*. Trabajo Fin de Carrera. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. UPM. 129-130
- Amaya, J.M., Carbonell, M.V., Flórez, M., Maqueda, R., Martínez, E. (2009). *Germination of tomato seeds (Lycopersicon esculentum L.) under magnetic field*. International Agrophysics 23 (1): 45-49.
- Carbonell, M.V., Flórez, M., Martínez, E., Maqueda, R. and Amaya, J.M. (2011). *Study of stationary magnetic fields on initial growth of pea (Pisum sativum L.) seeds*. Seed Sci. & Technol., **39**, 673-679.
- Flórez, M., Carbonell, V., Martínez, E. (2007). *Exposure of maize seeds to stationary magnetic fields: effects on germination and early growth*. Environmental and Experimental Botany 59(1):68-75.
- Gordon, Dr.A.G., Gosling, Dr.P. & Wang, Dr B.P.S. (2002). Normas internacionales para el ensayo de semillas. Serie completa de Normas (3 partes). International Seed Testing Association (ISTA).
- Software package Seed Calculator 2.1 (2009). Plant Research International B.V., Wageningen, The Netherlands. Programa informático.
- Software package SPSS v.18 (2009). IBM. Programa informático.
- Tarduno, J.A., R.D. Cottrell, M.K. Watkeys, A. Hofmann, P.V. Doubrovine, E.E. Mamajek, D. Liu, D.G. Sibeck, L.P. Neukirch and Y. Usui, Geodynamo. (2010). *Solar wind, and magnetopause 3.4 to 3.45 billion years ago*. **Science**, 327, 1238-1240.



## ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS GENÉTICOS EN UNA POBLACIÓN COMERCIAL DE DORADA (*SPARUS AURATA*)

Fernandes Farias, Tiago

Tutor: Toro, Miguel Ángel

Departamento de Producción Animal. E.T.S.Ingenieros Agrónomos

Universidad Politécnica de Madrid

Correo electrónico: tiagofernandes.br@hotmail.com

### RESUMEN

La dorada (*Sparus aurata* L.) es una de las principales especies acuícolas del continente europeo, producida por la mayoría de los países ribereños del mediterráneo. Es una especie de características reproductivas muy peculiares, pero con su ciclo controlado y estandarizado bajo las condiciones productivas de las piscifactorías. Con el objetivo de diferenciar su producto y mejorar la relación costes/beneficios de su producción la mejora genética parece cada vez más relevante. Por otra parte los avances de los estudios moleculares del ADN, hace cada vez más accesible y barato establecer las genealogías que son necesarias para estimar los parámetros genéticos para los caracteres de crecimiento que se requieren para implementar un programa de mejora. En ese contexto, en el presente trabajo, se han estimado los parámetros genéticos de crecimiento utilizando dos conjuntos de microsatélites. Se analizó el ADN de un total de 1 622 individuos utilizándose dos multiplex de cuatro microsatélites cada uno, que permitieron la asignación parental de un 59,75% de los individuos con el primer multiplex y hasta un 79,04% con las dos. Las heredabilidades fueron mayores para peso (aproximadamente 0,45) que para longitud, mientras que las correlaciones fueron relativamente altas tanto entre caracteres como entre las medidas de cada carácter. Estos valores indican que, en dorada, se puede obtener un rápido avance genético mediante selección, confirmando así la viabilidad de esta actividad en el sector.

**Palabras clave:** *dorada, Sparus aurata, heredabilidad*

### INTRODUCCION

La dorada (*Sparus aurata* L.) constituye una de las principales especies de importancia económica en la piscicultura del continente europeo, principalmente en las empresas situadas en la región del Mediterráneo. En España, la producción en acuicultura ha sido de 20.360 toneladas en 2010. (APROMAR, 2011). Con el objetivo de diferenciar su producto y mejorar la relación coste/beneficio de su producción la mejora genética parece cada vez más relevante. Sin embargo, para las especies acuícolas, una de las grandes dificultades es la obtención y mantenimiento de las informaciones de parentesco. En dorada, todavía es más complejo por las propias características reproductivas de la especie (puesta masal) y por cambiar de sexo a partir de los dos años. Para una correcta evaluación es imprescindible conocer los parámetros genéticos (heredabilidades y correlaciones) de los caracteres de interés y ello requiere el conocimiento de la genealogía. Afortunadamente los avances de los estudios moleculares del ADN, hacen cada vez más accesible y barato asignar la paternidad de los individuos. En el presente trabajo el objetivo es estimar las heredabilidades y correlaciones de caracteres de crecimiento en dorada en condiciones comerciales, y comparar los resultados obtenidos al utilizar un número variado de microsatélites para la asignación.

### MATERIAL Y MÉTODOS

En este estudio, se analizaron los individuos correspondientes a uno de los ciclos de los fotoperiodos anuales de la empresa piscícola ABSA S.A., que está situada en Mallorca,





en la Comunidad de las Islas Baleares. Entre los reproductores y las larvas generadas de ese cruce se contabilizaron un total de 1 622 individuos (124 reproductores y 1 498 juveniles). Se recogieron muestras de la aleta caudal de cada uno de ellos para los estudios del ADN. La extracción se realizó utilizando el E-Z 96® Tissue DNA kit de Omega bio-tek. Para el análisis molecular fueron utilizados dos multiplex, cada uno compuesto por 4 microsatélites. El primer multiplex estaba compuesto por los loci Sal15, Sal19, Sagt32 y SaGT41, mientras que el segundo por los loci PbMS16, PbMS2, Sal14 y SauG46INRA (Brown *et al.*, 2005). La inferencia de paternidad se llevó a cabo mediante el programa de exclusión mendeliana FAP (Taggart, 2007).

De los juveniles, además del ADN, también fueron tomadas dos medidas fenotípicas para el peso (g) y longitud (cm) en intervalos de tiempo que variaban entre 347 días para la primera edad, y 487 días para la segunda. Estos valores, junto con los resultados generados por el estudio del ADN sirvieron para calcular las estimas de los parámetros genéticos.

Los componentes de la varianza de todos los caracteres considerados en este estudio fueron estimados por máxima verosimilitud restringida mediante el programa "VCE 6.0" (<ftp://ftp.tzv.fal.de/pub/vce6/>), utilizándose de un modelo animal lineal:

$$y = X\beta + Zu + e$$

Donde la  $y$  es el dato del carácter,  $\beta$  el efecto fijo (media),  $u$  es el efecto genético animal aleatorio y  $e$  el error residual.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Basándose en resultados obtenidos por el FAP (programa de exclusión), fue posible conocer la estructura familiar de estos individuos al conectar a los reproductores que contribuyeron con los juveniles de la siguiente generación. Con apenas cuatro microsatélites del primer multiplex, fue posible asignar apenas un 59,75% de las larvas, mientras que cuando se utilizó una segunda ronda de microsatélites se pudo obtener hasta un 79,04% de las asignaciones correctas. Los resultados obtenidos por estas asignaciones, utilizándose el primer y el segundo multiplex, se muestran en la Tabla 1.

**Tabla 1. Número de individuos total y asignados por cada multiplex.**

	nº individuos	multiplex 1	multiplex 2
Reproductores	124	76	79
Juveniles	1 498	895	1 184
Total	1 622	971	1 263

Entre los individuos que fueron asignados con el primer multiplex, en la primera medición, presentaban un peso medio de 194,05 g y una longitud de 19,71 cm y en la segunda el peso medio era de 423,1 g y la longitud de 24,76 cm. Para los que fueron asignados con el segundo multiplex, el peso medio en la primera medición fue de 192,8 g para el peso y 19,68 cm para la longitud y en la segunda el peso medio fue de 421,19 g y la longitud de 24,72 cm. En la Tabla 2, se muestran los valores para la media ( $\mu$ ) y la varianza ( $\sigma^2$ ) de los caracteres estudiados.





**Tabla 2: Media ( $\mu$ ) y Varianza ( $\sigma^2$ ) de los caracteres fenotípicos que fueron evaluados por cada multiplex**

	Medición	Peso (g)		Longitud (cm)	
		Media ( $\mu$ )	Varianza ( $\sigma^2$ )	Media ( $\mu$ )	Varianza ( $\sigma^2$ )
1ª Multiplex	1ª	194,06	836,09	19,72	1,0592
	2ª	423,11	3401,54	24,76	1,3174
2ª Multiplex	1ª	192,80	806,56	19,69	1,0344
	2ª	421,19	3239,57	24,73	1,2274

Los valores de las estimas de las heredabilidades y las correlaciones (genéticas y fenotípicas) para los caracteres de crecimiento se muestran en la Tabla 3.

**Tabla 3: Correlaciones fenotípicas (triángulo inferior), correlaciones genéticas  $\pm$  error (triángulo superior) y heredabilidad  $\pm$  error (diagonal) de los caracteres de crecimiento**

	Multiplex	Peso 1	Longitud 1	Peso 2	Longitud 2
Peso 1	1ª	<b>0,556 <math>\pm</math> 0,08</b>	0,901 $\pm$ 0,04	0,890 $\pm$ 0,03	0,772 $\pm$ 0,06
	2ª	<b>0,526 <math>\pm</math> 0,08</b>	0,847 $\pm$ 0,04	0,887 $\pm$ 0,03	0,827 $\pm$ 0,05
Longitud 1	1ª	0,727	<b>0,404 <math>\pm</math> 0,07</b>	0,846 $\pm$ 0,05	0,909 $\pm$ 0,02
	2ª	0,705	<b>0,351 <math>\pm</math> 0,06</b>	0,778 $\pm$ 0,07	0,903 $\pm$ 0,04
Peso 2	1ª	0,736	0,571	<b>0,424 <math>\pm</math> 0,07</b>	0,916 $\pm$ 0,04
	2ª	0,733	0,550	<b>0,392 <math>\pm</math> 0,07</b>	0,916 $\pm$ 0,03
Longitud 2	1ª	0,638	0,610	0,752	<b>0,361 <math>\pm</math> 0,07</b>
	2ª	0,655	0,600	0,757	<b>0,348 <math>\pm</math> 0,07</b>

La heredabilidad para los cuatro caracteres estuvieron entre 0,35-0,55. El valor más alto fue para el carácter peso 1 y el más bajo para la longitud 2, en ambos casos. Cuando se comparan los resultados entre los dos multiplex, aparentemente se observa un valor más alto en los analizados con un multiplex, aunque la diferencia entre ellos no es significativa. Tampoco se detecta una diferencia en los errores típicos a pesar de que la segunda medida está basada en un mayor número de datos. Las correlaciones genéticas entre los dos caracteres (peso y longitud), en las dos situaciones (4 y 8 microsatélites) fueron significativas, con casi todos los valores superiores a 0,82. Los valores de correlación genética entre las medidas del peso 1 con longitud 2 (4 microsatélites) y longitud 1 con peso 2 (8 microsatélites) han sido un poco más bajas, a la vez que su error es un poco más alto que los demás.

Los valores de las correlaciones fenotípicas fueron más bajos y también más variables, más bajas entre el peso 2 y la longitud 1, y más altas para el peso 2 con la longitud 2, en ambos casos de los multiplex.



Navarro *et al.* (2009), estimaron heredabilidades a edad distintas y obtuvo valores más bajos de los que fueron encontrados en ese estudio, con los más altos para el peso a los 509 días ( $0,34 \pm 0,06$ ), y para la longitud a los 165 días ( $0,35 \pm 0,08$ ), mientras que las correlaciones genéticas tanto para peso y como a longitud resultaron más altas ( $>0,95$ ). Fernandes *et al.* (2010) en un estudio con juveniles de edades semejantes entre dos fotoperiodos distintos, obtuvieron valores más altos de heredabilidad para el carácter de longitud 2 (0,48) y mínima para la longitud 1 (0,38) y correlaciones genéticas ligeramente más bajas y fenotípicas más altas ( $>0,66$ ), comparados con los resultados de este estudio.

## CONCLUSIONES

La mejora genética de las poblaciones en acuicultura va siendo cada vez más importante desde un punto de vista económico y productivo, para asegurar el desarrollo a largo plazo de esa actividad. La utilización de un conjunto de microsatélites específicos (multiplex) se ha revelado fundamental para una correcta asignación y construcción de la genealogía, que permita la estima de los parámetros genéticos para los caracteres productivos así como para controlar los niveles de consanguinidad. Los valores de heredabilidades para los caracteres de crecimiento son bastantes significativos ( $>0,40$ ) y confirman que la implantación de un programa de mejora genética en dorada puede ofrecer progresos en la producción comparables a los obtenidos en otras especies de peces como por ejemplo, con el Salmón del Atlántico (*Salmo salar*) (Gjedrem *et al.*, 2005).

## BIBLIOGRAFÍA

- APROMAR. (2011). 77 páginas.
- Brown RC., Tsalavouta M., Terzoglou V., Magoulas A., McAndrew BJ., 2005. *Molecular Ecology*, 5:605-607.
- Fernandes FT., Toro MA., Fernández J., Pino-Querido A., Hermidas M., Herlin M., Díaz BG., Belluga DM., Martínez P., 2010. XV Reunión Nacional Mejora Genética, Vigo, España, pp: 116-120.
- Gjedrem T., Thodesen J., 2005. Springer, Berlín, pp:89-111.
- Navarro A., Zamorano MJ., Hildebrandt S., Ginés R., Aguilera C., Afonso JM., 2009. *Aquaculture*, 289:225-230.
- Taggart JB., 2007. *Molecular Ecology Notes*, 7:412-415.



## CARACTERIZACIÓN DE BACTERIAS ENDOSIMBIÓTICAS DE *CYTISUS TRIFLORUS*, UNA LEGUMINOSA ÚTIL PARA LA RESTAURACIÓN DE SUELOS EN EL NORTE DE ÁFRICA

Hadjira, Ahnia <sup>1</sup>; Djenadi, Katia <sup>1</sup>; Duran, David <sup>2</sup>

Tutores: Boulila, Abdelghani <sup>1</sup>; Rey, Luis <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Ecología Microbiana, F. de Biología, Universidad Mira Abderrahmane, Bejaia, 06000. Argelia.

<sup>2</sup> Departamento de Biotecnología, E.T.S. Ingenieros Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid, Ciudad Universitaria, s/n 28040 Madrid

Correo electrónico: djola.anna@hotmail.fr; djenadikatia@yahoo.fr; david.duran.wendt@alumnos.upm.es

### RESUMEN

La restauración de suelos degradados y pobres del norte de África puede producirse gracias al crecimiento espontáneo de leguminosas arbustivas como *Cytisus triflorus* L'Herit. Parte del éxito de esta planta se debe a que es capaz de formar nódulos en sus raíces ocupados por bacterias denominadas rizobios que aportan dinitrógeno atmosférico fijado a la planta a cambio de fotosintatos. En este trabajo se presenta la caracterización de 37 rizobios aislados de *C. triflorus* en el norte de Argelia. Se indica morfología y color de las colonias, tiempo de generación, capacidad de nodulación con distintas plantas hospedadoras y tipos de nódulos que forman.

**Palabras clave:** *Cytisus triflorus*, *Rhizobium*, análisis filogenético

### INTRODUCCIÓN

Las leguminosas juegan un papel ecológico importante gracias a su capacidad para establecer relaciones simbióticas con bacterias del suelo, denominadas rizobios, que fijan nitrógeno atmosférico en estructuras radicales especializadas denominadas nódulos (Graham, 2008). Debido a esta habilidad, las legumbres pueden crecer en suelos áridos y deficientes en nitrógeno, actuando como colonizadoras pioneras, favoreciendo la fertilización y previniendo la erosión y desertificación.

*Cytisus triflorus* (syn. *Cytisus villosus* Pourr) o escobón negro es una leguminosa arbustiva de la tribu *Genisteae* de la familia *Fabaceae* que se extiende en el área mediterránea siendo la especie más abundante del género *Cytisus* en las montañas del centro y norte de Marruecos hasta los montes del Cabo Bon en Túnez.

El estudio de diferentes autores sobre bacterias capaces de nodular especies del género *Cytisus* como *C. scoparius* (L) Link, *C. balansae* Boiss., *C. multiflorus* (L'Her.) Sweet, *C. villosus* y *C. striatus* (Hill) Rothm. ha permitido aislar bacterias de crecimiento lento pertenecientes al género *Bradyrhizobium* (revisado por Chahboune et al, 2011). En este trabajo se muestra la caracterización de 37 aislados de nódulos de *C. triflorus* que crecen en encinares de la región de Bejaia (Norte de Argelia).

### MATÉRIAL Y METODOS

#### Aislamiento de rizobios

Para el aislamiento de las bacterias, los nódulos de *C. triflorus* se desinfectaron en superficie mediante hipoclorito de sodio 3%, aproximadamente 3 minutos y con alcohol 95° durante 5 minutos después, se lavaron 10 veces con agua destilada estéril. A continuación los nódulos se aplastaron en tubos estériles de 1,5 ml utilizando una varilla de metal en condiciones asépticas. Parte del material se extendió sobre una placa de



medio de YMB (agar-levadura-manitol) mediante la técnica de zig-zag con un asa de siembra. Después de 10 días de incubación a 28°C, las colonias bacterianas fueron seleccionados por sus características morfológicas y purificadas varias veces en YMB. Los clones individuales se almacenaron a largo plazo a 80° C en 20% (w/v) glicerol.

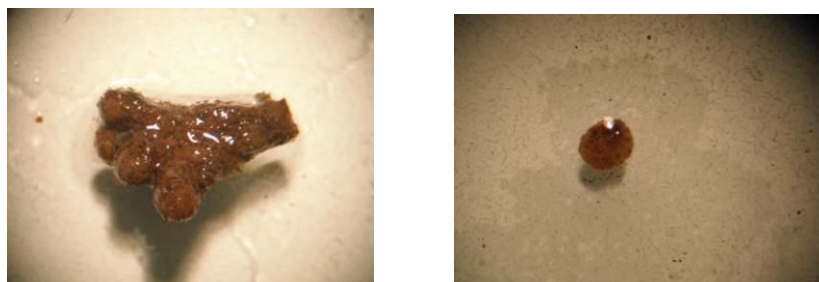
### Ensayo de inoculación cruzada

Todos los aislamientos se inocularon sobre semillas de *Vigna unguiculata* (L.) Walp que es una leguminosa de amplio rango de nodulación para confirmar su capacidad de formar nódulos y con otros géneros de la tribue *Genisteae* (*Retama raetam* (Forssk.) Webb & Berthel., *Retama sphaerocarpa* L., *Genista numidica* Spach. y *Lupinus albus* L.). Las semillas se desinfectaron superficialmente en ácido sulfúrico concentrado para *Genista* y *Retama*, y en 3% de hipoclorito sódico para las semillas de *Lupinus*. Después se realizaron diez lavados con agua destilada estéril, a continuación se colocaron en placas de agar, y se germinaron en la oscuridad a 20°C (Mahdhi et al., 2007). Tras siete días, cada plántula fue transferida a un sistema Leonard con medio líquido Jensen y fueron inoculadas con 5 ml de suspensión de los aislados ( $10^9$  células  $\text{ml}^{-1}$ ) por triplicado (Boulila et al., 2009). Tres tratamientos no inoculados se incluyeron como control. La aparición y recuento de nódulos se examinó entre 3-4 semanas después de la inoculación dependiendo del porte de las plantas.

## RÉSULTADOS Y DISCUSIÓN

Se recolectaron 27 nódulos de *Cytisus triflorus* silvestres que presentaban formas diferentes, desde simples a multilobulados y de esféricos a alargados (Figura 1). A partir de dichos nódulos se obtuvieron 37 aislados, Gram negativos, también con caracteres fenotípicos diversos (color, tiempo de generación y forma de las colonias).

**Figura 1. Nódulos recolectados de *Cytisus triflorus*** (Fuente: elaboración propia)

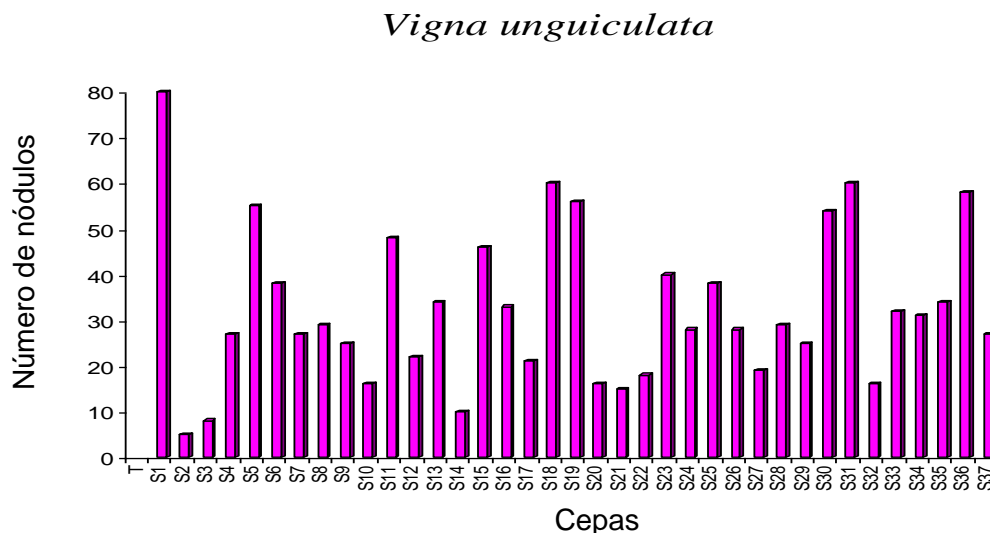


El tiempo en el que aparacieron las colonias en YMB permitió distinguir dos grupos: las que se forman en dos días y las que lo hacen después de 7.

Con objeto de comprobar si los aislados eran capaces de producir nódulos se probaron con plantas de *Vigna unguiculata*, planta nodulada por numerosas especies de rizobios, obteniéndose, en todos los casos, nódulos de diversos tipos. El número de nódulos generado por los 37 aislados varió y se recoge en la Figura 2. Una muestra de los tipos de nódulos obtenidos se muestra en la Figura 3.



**Figura 2. Recuento de nódulos generados por los aislados de *C. triflorus* inoculados sobre *Vigna unguiculata*.**



Recientemente varios aislados de nódulos de *C. triflorus* se han descrito en la región este y central del Rif marroquí (Chahboune et al., 2011). Estos aislados son bradyrizobios, es decir de crecimiento lento y pertenecen a las especies *Bradyrhizobium canariense*, *B. japonicum* y otros *Bradyrhizobium* sin especificar. En estos momentos se está evaluando su similitud con las bacterias aisladas en este trabajo mediante secuenciación de genes básicos 16S rRNA, *recA*, *glnII* y otros relacionados con la simbiosis como *nodC* siguiendo la metodología descrita en Sánchez-Cañizares et al. (2011).

## CONCLUSIONES

Se presenta la caracterización inicial de 37 cepas aisladas de la leguminosa arbustiva *Cytisus triflorus*, planta de interés en la restauración de suelos en el norte de Africa.

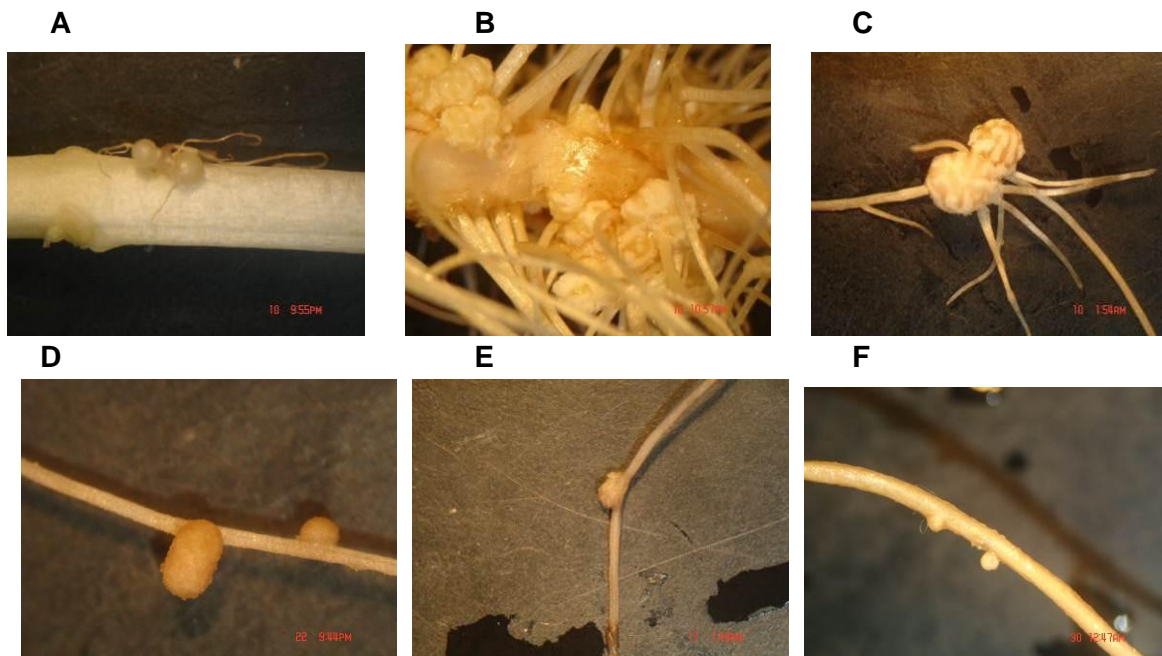
Los endosimbiontes aislados muestran una gran diversidad respecto a su velocidad de crecimiento en placa (medio YMB), color y respecto al número de nódulos que producen con *Vigna unguiculata*.

Dos de los endosimbiontes aislados, de crecimiento lento, son capaces de nodular otras leguminosas de la tribu *Genisteeae*: *Retama sphaerocarpa*, *Genista numidica* y *Lupinus albus*. Sin embargo, estos aislados no nodularon *Retama raetam*.

El siguiente paso es la caracterización genotípica de los aislados de este trabajo por técnicas de PCR-RAPD y mediante la secuenciación de genes básicos (housekeeping) y de genes de nodulación con objeto de establecer su posición filogenética entre los rizobios.



**Figura 3. Aspecto de los nódulos generados por los aislados de *C. triflorus* inoculados sobre *Vigna unguiculata* (A, B y C) y sobre *Genista numidica*, *Lupinus albus*, y *Retama sphaerocarpa* respectivamente (D,E y F). (Fuente: elaboración propia)**



#### AGRADECIMIENTOS

A los profesores Farida Boulila (Universidad Mira Abderrahmane de Bejaia) y Tomás Ruiz Argüeso (Universidad Politécnica de Madrid) por su consejo y sugerencias.

#### BIBLIOGRAFIA

- Boulila F., Depret G., Boulila A., Belhadi D., Benallaoua S., Laguerre, G. 2009. Systematic and Applied Microbiology. 32, 245–255.
- Chahboune R., Barrijal S., Moreno S., Bedmar E., 2011. Systematic and Applied Microbiology 34, 440– 445.
- Graham, P.H. 2008 In: Dilworth, M.J., James, E.K., Sprent, J.I., Newton, W.E. (Eds.), Nitrogen-Fixing Leguminous Symbioses, Springer, Dordrecht, The Netherlands, pp. 23–43.
- Mahdhi M., Nzoue A., Gueye F., Merabet C., de Lajudie P., Mars M. 2007. Letters in Applied Microbiology. 45,604–609.
- Sánchez-Cañizares C., Rey L., Duran D., Temprano F., Sánchez- Jiménez P., Navarro A., Polajnar M., Imperial J., Ruiz-Argüeso T. 2011. Syst Appl Microbiol 34, 207-215.



## UTILIZACIÓN DEL ANÁLISIS HIPERESPECTRAL COMO MÉTODO PARA LA DETECCIÓN DE LEVADURAS EN ALIMENTOS DETERIORADOS

Gil, Elena <sup>1</sup>; Rivas, Eva M<sup>a</sup> <sup>1</sup>

Tutores: de Silóniz, María Isabel <sup>1</sup>; Lleó, Lourdes <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dpto. de Microbiología III. Fac. de Ciencias Biológicas. Universidad Complutense de Madrid. CEI-Moncloa.

<sup>2</sup>Dpto. de Ciencia y Tecnología Aplicadas a la Ingeniería Técnica Agrícola. E.T.S.I. Agrónomos.

Universidad Politécnica de Madrid. CEI-Moncloa.

Correo electrónico: egildeprado@gmail.com

### RESUMEN

La microbiología predictiva desarrolla modelos matemáticos que describen el comportamiento microbiano en alimentos. Su eficiencia es limitada en alimentos con algún grado de estructura, que son la mayoría, porque estos modelos están basados en datos experimentales obtenidos en cultivos líquidos, mucho más homogéneos. En este trabajo se evalúa la técnica de análisis hiperespectral como una nueva tecnología para la detección precoz de levaduras en alimentos sólidos mediante análisis de componentes principales. Las imágenes hiperespectrales (400-1000 nm) de placas de Petri inoculadas con *Zygosaccharomyces rouxii* Bch a diferentes tiempos, muestran que el primer componente discrimina entre el agar y las colonias, mientras que el segundo revela una mayor variabilidad en las colonias. Esta herramienta no invasiva caracteriza el estado de desarrollo, número y tamaño de las colonias, por lo que permitiría obtener datos para elaborar modelos más fiables para predecir el riesgo de deterioro y la vida útil de los alimentos.

**Palabras clave:** análisis hiperespectral, levadura, alimentos sólidos

### INTRODUCCION

La microbiología predictiva, a través de los modelos matemáticos del comportamiento microbiano en alimentos, es una herramienta fundamental en la mejora de la calidad y seguridad de los mismos. Las levaduras son agentes reconocidos de deterioro en alimentos (Deak, 2007) que cada vez son más relevantes en los alimentos sólidos. En los últimos años, se ha incrementado la demanda de vegetales, frutas y en general alimentos mínimamente procesados y preparados para el consumo, destacando su frescura y comodidad de uso. Estos alimentos presentan un mayor riesgo de deterioro microbiano, debido principalmente a que no han sido sometidos a procesos que disminuyan su carga microbiana y además, suelen estar confinados en envases pequeños. La acidez, el uso de atmósferas modificadas, y otros factores favorecen el crecimiento de las levaduras, convirtiéndose en agentes alterantes frecuentes y a veces dominantes en este tipo de alimentos (Jacxsens et al., 2002; Tournas et al., 2006).

La estructura interna del alimento es un factor clave en el comportamiento de los microorganismos contaminantes (Hills et al., 2001). Sin embargo, las metodologías actuales de detección de microorganismos en alimentos sólidos, son destructivas. Por ello, se establece el análisis hiperespectral como una nueva técnica para detectar los cambios que se producen en los alimentos debido a la contaminación por levaduras, ya que aparecen ligados a variaciones medidas a longitudes de onda en el rango del visible y el infrarrojo cercano. Esta técnica ya ha sido aplicada con anterioridad, para detectar contaminación en vegetales por bacterias y hongos (Liu et al., 2007; Delwiche et al., 2011; Silva et al., 2011).



Este estudio ha sido realizado con *Zygosaccharomyces rouxii* Bch, una de las principales especies de levaduras deteriorante de alimentos y bebidas. Esta levadura se encuentra aislada de alimentos de actividad de agua intermedia, como jarabes concentrados, zumos de fruta, mazapán y miel, entre otros. La adición de conservantes a algunos alimentos puede provocar su deterioro, debido a la transformación de sorbato en 1-3-pentadieno por determinadas especies microbianas. Este es el caso de la capacidad de algunas cepas de mohos y levaduras que son capaces de decarboxilar el ácido sórbico transformándolo en 1-3 pentadieno, un compuesto volátil con un olor desagradable a petróleo (Casas, 1999).

El objetivo de este trabajo es establecer modelos fiables que permitan la detección de levaduras en alimentos sólidos, prediciendo el riesgo de deterioro y la vida útil de los alimentos, al utilizar una nueva técnica: el análisis hiperespectral. La presente investigación propone una aplicación preliminar de procesamiento de imágenes hiperespectrales para la detección de la presencia de levaduras en medio orgánico (agar).

## MATERIAL Y MÉTODOS

### CONDICIONES DE CRECIMIENTO MICROBIANO

*Zygosaccharomyces rouxii* Bch, es una cepa de levadura aislada de un alimento deteriorado, en nuestro laboratorio, y mantenida rutinariamente en tubos de YMA (*Yeast Morphology Agar*) a 28° C.

Esta cepa se inoculó, a partir de un cultivo fresco de 48 h, en matraces de 250 ml de capacidad que contenían 100 ml de medio YMB (*Yeast Morphology Broth*). Tras su incubación en agitación durante 18 h a 28°C, se midió su densidad óptica a 620 nm y se determinó el número de Unidades Formadoras de Colonia/ml por interpolación en una recta patrón. Se procedió a la realización de diluciones decimales en suero salino (9 g/l de NaCl, Panreac Química, Barcelona, España) y a la inoculación de gotas de 50 µl de la dilución apropiada, en la que se preveía que se obtendría una única UFC, en regiones rotuladas de 4 cm<sup>2</sup> de placas de Petri (85 mm Ø) con 15 ml de YMA (10g/l de glucosa), con el fin de tomar la imagen hiperespectral de esa región antes de que el crecimiento fuera visible (Figura 1).

### ANÁLISIS HIPERESPECTRAL

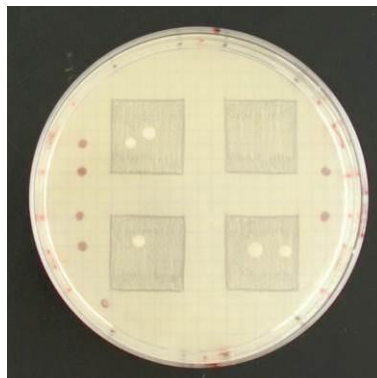
Tres placas de Petri con medio de cultivo agar fueron inoculadas con las levaduras. Las imágenes hiperespectrales fueron adquiridas a lo largo del tiempo, justo tras la inoculación y después de uno, dos, tres y seis días. El sistema de visión hiperespectral consistía en un detector CCD lineal tipo push-broom acoplado a un espectrógrafo Headwall Photonics VNIR (400 a 1000 nm, resolución espectral 3 nm, tiempo de adquisición de 275 ms).

Una vez adquiridas las imágenes hiperespectrales, se procedió a su análisis. Para ello, en primer lugar, se constituyó un set de calibración de espectros representativos del medio de cultivo, el agar, y de la levadura pertenecientes a los distintos días de ensayo, n=200 espectros. Dicho set fue sometido a un análisis de componentes principales. Como resultado del mismo, se obtuvieron las variables latentes que se emplearon en la posterior proyección del conjunto de espectros de calibración y de las imágenes hiperespectrales.





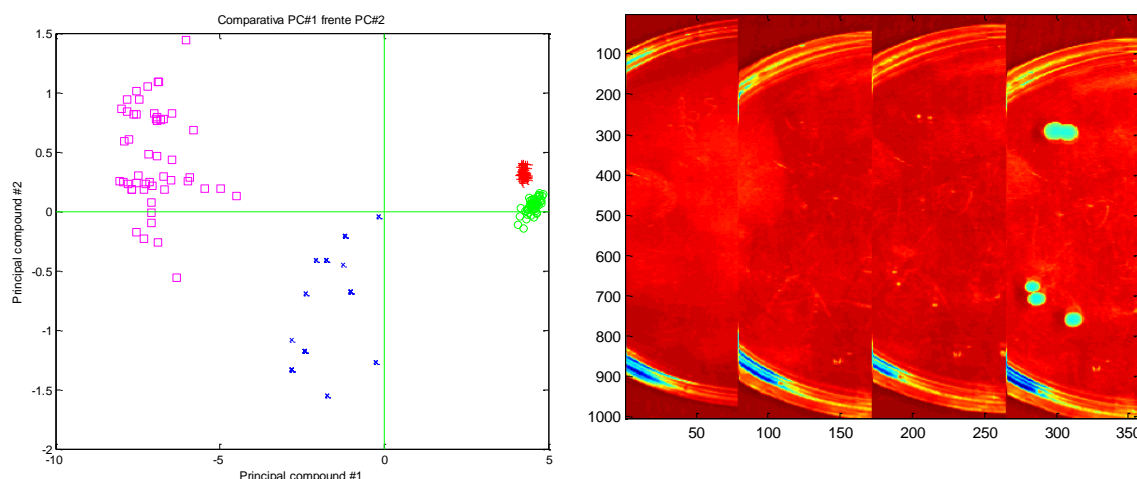
**Figura 1. Disposición de las placas de Petri para la adquisición de las imágenes hiperspectrales. La inoculación se realizó en la zona correspondiente de los cuadrados.**



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los espectros se proyectaron sobre el plano constituido por los dos primeros componentes principales (figura 2, izquierda). Se muestran claras diferencias entre los espectros de agar y los espectros de levaduras. El primer componente separa completamente el agar y las levaduras, mientras que el segundo componente permite distinguir entre las distintas condiciones del agar, probablemente debido a una posible diferencia en el grado de hidratación del mismo. En cuanto a los scores de levaduras, aparecen muy dispersos en el plano, posiblemente porque hay zonas de la colonia que presentan células con distinto grado de desarrollo o actividad. Este análisis también ha sido aplicado por Wang *et al.*, (2012) para detectar zonas infectadas en cebolla mediante imágenes hiperspectrales. Por otra parte, la variabilidad correspondiente al agar es muy inferior a la levadura, por lo tanto, el agar para cada día considerado, se muestra más homogéneo que la levadura. En cuanto a las imágenes resultantes de la proyección sobre el primer componente principal, imágenes de scores, se puede observar que el tamaño de las colonias va incrementándose con el tiempo. Por tanto, dichas imágenes pueden permitir cuantificar la evolución del tamaño de las colonias (figura 2, derecha).

**Figura 2. Izquierda, PC1 and PC2 scores del agar (+, o) y levaduras (□, x) (n=200 espectros). Derecha, imágenes de scores obtenidos de la proyección de las imágenes hiperspectrales sobre el primer componente principal. De izquierda a derecha, recién inoculado, después de uno, dos, tres y seis días).**





## CONCLUSIONES

El presente trabajo muestra los resultados preliminares de la aplicación de las imágenes hiperespectrales para la detección del desarrollo de colonias de levaduras de la cepa *Zygosaccharomyces rouxii* Bch. Se muestra que es posible detectar el desarrollo de colonias sobre el medio de cultivo agar.

Las imágenes de scores del agar y levaduras correspondientes a un Análisis de Componentes Principales muestran el potencial de la espectroscopía y su visión como herramientas para la detección no destructiva del desarrollo de levaduras. Se necesitan hacer más experimentos para confirmar dicho resultado, aumentando el tamaño muestral, donde se mejore la resolución espacial, y se obtengan imágenes más detalladas que permitan identificar distintas áreas de desarrollo de la colonia. Además, se puede proponer una selección de longitudes de onda relacionadas con el desarrollo de las colonias, con el fin de proponer un futuro sistema de visión multiespectral (Roger, 2011).

## AGRADECIMIENTOS

Esta investigación ha sido realizada gracias a la financiación de los proyectos GR35/10A (Santander-Central Hispano-UCM), MULTIHORT (AGL2008-05666-C02-01 del Plan Nacional de I+D del Ministerio de Ciencia e Innovación) y TAGRALIA (S0505/AGR-0187. Tecnologías 2005 de la Comunidad de Madrid) y la beca de investigación PICATA del Campus de Excelencia Internacional. Agradecimientos a José Martínez Peinado y María Isabel de Silóniz del grupo de Hongos y Levaduras de Interés en Agroalimentación (UCM) y a Lourdes Lleó y Pilar Barreiro del grupo LPF\_Tagralia (UPM), por su colaboración y esfuerzo. Ambos grupos de investigación forman parte del CEI-Moncloa.

## BIBLIOGRAFÍA

- Casas, E. 1999. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid.
- Deak, T. 2007. Handbook of spoilage yeasts. 2<sup>nd</sup> ed. CRC Press. Boca Raton. FL. USA.
- Delwiche, S. R., Kim, M.S., Dong, Y. 2011. Sensing and Instrumentation for Food Quality and Safety. 5: 63-71.
- Hills, B. P., Arnould, L., Bossu, C., Ridge, Y.P. 2001. Int. J. of Food Microbiol. 66(3): 163-173.
- Jacxsens, L., Devlieghere, F., Debevere, J. 2002. Int. J. of Food Microbiol. 73: 331-341.
- Liu, Y. L., Chen, Y.R., Kim, M.S., Chan, D.E., Lefcourt, A.M. 2007. J. of Food Engineering. 81: 412-418.
- Roger, J.M., Palagos, B., Bertrand, D., Fernández-Ahumada, E. 2011. Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems. 106: 216-223.
- Silva, J.S., Castro, C.C., Vicente, A.A., Tafulo, P., Jorge, P.A.S., Martins, R.C. 2011. The International Society for Optical Engineering. Braga.
- Tournas, V.H., Heeres, J., Burgess, L. 2006. Food Microbiol. 23: 684-688.
- Wang, W., Li, C., Tollner, E.W., Gitaitis, R.D., Rains, G.C. 2012. J. of Food Engineering. 109: 38-48.



## REPOBLACIÓN DE *QUERCUS SUBER* L. EN LA FINCA “CUARTO DE LA CASA”, EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE CAÑAMERO, CÁCERES

González García, Guillermo

Tutor: Hernández Díaz-Ambrona, Carlos Gregorio

Departamento de Producción Vegetal: Fitotecnia. ETSI Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid.

Correo electrónico: guillermo.gonzalez.garcia@alumnos.upm.es

### RESUMEN

El proyecto consiste en una repoblación con *Quercus suber* L. en 30 hectáreas dividida en dos parcelas (5,87% de la superficie actual de la finca); la dedicación actual de esa parcelas es erial a pastos. Se ha estudiado las condiciones del medio natural y se han estudiados varias alternativas eligiéndose la repoblación con especie autóctona con alcornoques procedente de viveros cercanos.

El proyecto supone la plantación de 11.850 árboles para continuar con la reconversión de la finca a terreno forestal completando las repoblaciones realizadas en 1994, 1995, 1996 y 2003. La inversión de ejecución material sin IVA asciende a 172.727,37 euros, la inversión se podrá recuperar a los seis años si se reciben las ayudas a la reforestación, se estima que el primer descorche podrá alcanzarse a los 20 años.

**Palabras clave:** alcornoque, corcho, plantación

### OBJETO DEL PROYECTO

#### Naturaleza de la transformación

La transformación que se pretende llevar a cabo en la finca “Cuarto de la casa” consiste en repoblar, con plántones de la especie autóctona *Quercus suber* L., dos parcelas que actualmente están dedicadas al uso del pastoreo y de las que no se obtiene ningún beneficio económico.

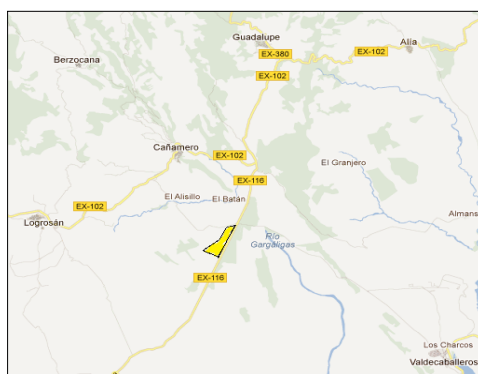
La superficie total a repoblar es de 30 ha, siendo la parcela grande, que denominaremos Rodal A, de 25,8 ha y la pequeña, Rodal B, de 4,2 ha. Las parcelas ya se encuentran cercadas en su totalidad con malla ganadera, pero será necesario reponerla y sustituir los postes de madera que se encuentren en mal estado, para evitar los daños que pueda provocar la fauna cinegética de la zona.

#### Localización de la transformación

La finca se encuentra en el Término municipal de Cañamero, partido Judicial de Logrosán en la provincia de Cáceres. Se localiza en la zona Sur-Este de la provincia a 110 km de la capital y a tan sólo 12,2 km de Cañamero, que es el núcleo de población más cercano.

### MOTIVACIÓN Y DIRECTRICES DEL PROYECTO

La finalidad del proyecto es sacar el máximo partido a esas dos parcelas de la finca, llevando a cabo una repoblación con alcornoques, aprovechando que las condiciones climáticas y edáficas son las ideales para el cultivo de esta especie. A parte del beneficio económico, el proyecto tiene como fin crear una buena cubierta vegetal para poder proteger el suelo de posibles erosiones u otros elementos degradadores, aumentar la biodiversidad y mejorar el aspecto ambiental de la finca.

**Figura 1. Localización de la finca**

## ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN DE PARTIDA

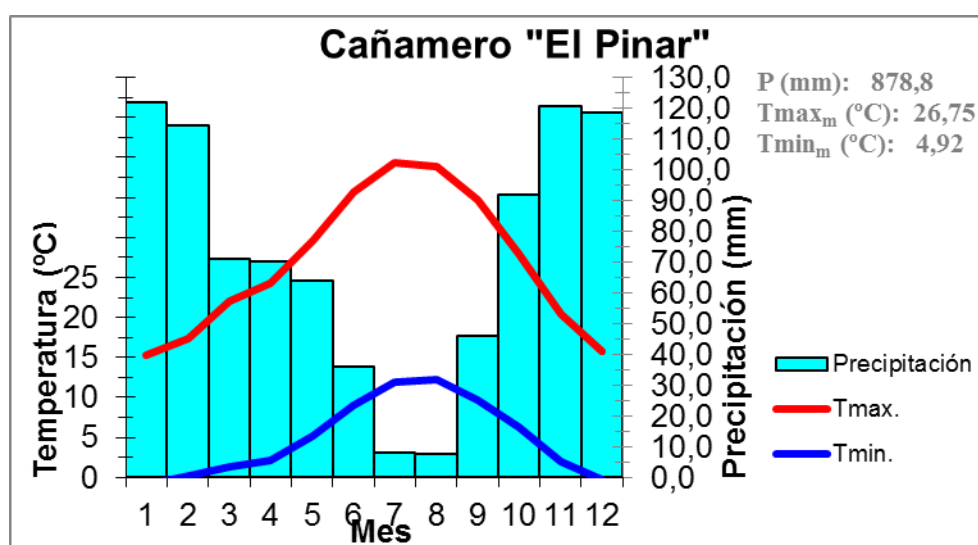
### Geología y orografía

La zona de la finca en estudio se sitúa sobre terrenos de la era Terciaria y dentro de ella, en el período Plioceno medio final. Sobre el basamento pizarroso del Plioceno se sitúan materiales de acarreo dando lugar a la formación conocida como RAÑA. Esta raña donde se sitúa la finca y los barrancos que la intersecan son un ejemplo típico en geomorfología de erosión remontante, además tiene la peculiaridad de que los barrancos tienen una forma de abanico muy peculiar, como de un gran abanico aluvial fósil.

### Condicionantes climatológicos

Para el estudio de los condicionantes climatológicos se han utilizado los datos de la estación de “Cañamero El Pinar” (X: 295.759.98 m, Y: 4.354.316.98 m) que está situada en la propia finca y a escasos metros de las parcelas a repoblar. La precipitación total anual es de 878,8 mm y la temperatura media anual es de 15,1 °C,

**Figura 2. Precipitaciones y temperaturas de la estación de “Cañamero El Pinar”. Elaboración propia a partir de los datos del Siga del año 2011.**





## Situación actual

Antiguamente la finca tenía una vocación eminentemente agrícola y ganadera, pero con el tiempo se ha ido abandonando progresivamente esa vocación para ir convirtiéndose en una finca forestal, donde predominan las especies arbóreas frente a las arbustivas y herbáceas. En el proceso por convertir la finca en forestal, y con el objetivo de lograr unos beneficios en el futuro con la venta del corcho, se realizaron desde 1994 a 2004 unas repoblaciones de alcornoque que han tenido un éxito espectacular

## ALTERNATIVAS ESTRATÉGICAS

Se han estudiado distintas especies arbóreas que podrían utilizarse como alternativa al cultivo del alcornoque, pero ninguna ha resultado ser competente. Por lo tanto, se ha elegido para la repoblación el *Quercus suber* L., pues se considera la especie más idónea tanto desde el punto de vista ecológico como desde el económico.

Después de estudiar las alternativas generadas por el plan tecnológico, se decidió obtener las plantas de un vivero comercial debido a la experiencia de los técnicos y a la posibilidad de obtener material certificado. El marco de plantación será un marco “real” (para facilitar la mecanización) de 5 x 5 m (lo suficientemente grande para que no compitan los sistemas radicales), lo que supone una densidad de plantación de 400 árboles/ha, ideal para que la inversión no sea muy elevada. Por último se ha optado por repoblar con el método de plantación por sus numerosas ventajas frente a la siembra, sobre todo por los buenos resultados que ha dado en las repoblaciones anteriores, el gran desarrollo que presentan los alcornoques y la posibilidad de poner protectores individuales que protejan a las plantas y los bajos costes de mantenimiento (Gil-Albert, 2006).

## INGENIERÍA DEL PROYECTO

### Programa productivo

El cultivo elegido tras valorar todas las alternativas es el *Quercus suber* L. La repoblación se realizará con un marco de plantación de 5 x 5, lo que supone una densidad de 400 plantas/ha. Se utilizará el método de plantación manual para colocar 11.850 plantas de alcornoque de una savia en hoyos de 60 x 60 x 60 cm, abiertos con una retroexcavadora. La época de repoblación será otoño, cuando la planta esté en reposo vegetativo y tenga tiempo para desarrollarse bien y llegar al verano con las raíces bien desarrolladas. (Pemán y Navarro, 1998).

### Cerramiento

Antes de llevar a cabo la plantación es imprescindible proceder al cerramiento de toda la superficie a repoblar para evitar la entrada en las parcelas de la fauna autóctona que pueda causar daños en los plantones. El cerramiento de los rodales consistirá en una malla anudada galvanizada de 1,5 m de altura de hilo sencillo, apoyada en postes de 2 m de altura hincados y enterrados en el suelo a 4 m de separación. La longitud total del cerramiento será de 3365 m (2255 m para el Rodal A y 1110 m para el Rodal B).

### Proceso productivo

Antes de llevar a cabo la plantación hay que preparar el terreno para que esté en buen estado, mediante una labor de subsolado de 60-80 cm de profundidad y un pase de gradas, realizar el marcaje y replanteo de la plantación para señalar bien donde van a ir colocadas las plantas, y realizar la apertura de los 11.850 hoyos. Inmediatamente después de realizar la plantación hay que colocar los tutores y protectores individuales y



durante los 2 - 3 primeros años habrá que reponer las marras que estén en mal estado, así como dar riegos de apoyo en los veranos en los que sea necesario.

Se estima que en el año 20 del proyecto, se podrá realizar el primer descorche, esperándose una producción de 2.900 kg corcho/ha (Montero y Cañellas, 1999). Una vez realizado el desbornizado se descorcha cada 9 -10 años aumentando progresivamente la altura de saca y por lo tanto la producción, llegando hasta los 3.700 kg/ha en los últimos descorches.

### **PROGRAMA DE LA EJECUCIÓN Y PUESTA EN MARCHA DEL PROYECTO**

Se considera que las obras de establecimiento comenzarán el 15 de octubre y se prevé que estén acabadas en menos de 30 días. Se realizarán en orden las siguientes labores: cerramiento, subsolado, arado con grada de discos, marcaje de la plantación, apertura de hoyos, plantación, colocación de tubos protectores y revisión de la plantación.

### **PRESUPUESTO DEL PROYECTO**

Asciende el presente PRESUPUESTO GENERAL (sin IVA) a la expresada cantidad de ciento setenta y dos mil setecientos veintitrés euros con treinta y siete céntimos (172.723,37 €).

Asciende el presente PRESUPUESTO TOTAL GENERAL DEL PROYECTO (con IVA) a la expresada cantidad de doscientos tres mil ochocientos dieciocho euros con veintinueve céntimos (203.818,29 €).

### **EVALUACIÓN DEL PROYECTO**

Se ha supuesto una vida útil del proyecto de 90 años y una tasa de actualización del 7%. Los costes de mantenimiento son insignificantes en comparación con el resto de costes y de los beneficios. Los flujos de caja en los años de descorche oscilan entre los 4.456,52 € (año 20) y los 234.065,22 € (año 90). Desde el punto de vista financiero el proyecto es rentable, ya que asumiendo el promotor todo el coste del proyecto con la ayuda de la subvención, resulta un TIR del 16,6%, un VAN de 77.016,51 € y un plazo de recuperación de 6 años. Desde el punto de vista social también es positivo debido a la creación de empleo, sobre todo para establecimiento de la población. Y por último, desde el punto de vista ambiental, la evaluación también es positiva, produciendo efectos beneficiosos en la fauna, flora, el suelo y el paisaje.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- Gil-Albert Velarde, F. 2006. Manual Técnico de Jardinería. I. Establecimiento de jardines, parques y espacios verdes. 2ª Edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
- Montero, G.; Cañellas, I. 1999. El Alcornoque. Manual de reforestación y cultivo. 2ª Edición. Ed. Mundi-Prensa.
- Pemán García, J; Navarro Cerrillo, R. 1998. Repoblaciones forestales. Universidad de Lleida. Lleida.

## **SESIÓN P2**







## ESTUDIO DE LA HERENCIA DEL COLOR DE LA FLOR Y LA SEMILLA EN *PAPAVER SOMNIFERUM* L.

Sanz, Alicia; Laguna, Isidoro

Tutor: Orellana, Juan

Departamento de biotecnología. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid.

Correo electrónico: [aliciasanzs@hotmail.com](mailto:aliciasanzs@hotmail.com); [isidoro.lag.ul@gmail.com](mailto:isidoro.lag.ul@gmail.com)

### RESUMEN

El interés del cultivo de la adormidera (*Papaver somniferum* L.) reside en la obtención de alcaloides, de gran importancia en la industria farmacéutica. Además, sus semillas son utilizadas para la producción de aceite y en repostería.

Esta especie presenta una gran variabilidad en cuanto al color de sus flores y de sus semillas. En este estudio se analizan diversos cruzamientos para determinar el modo de transmisión de estos caracteres y proponer un modelo de herencia.

**Palabras clave:** *Papaver somniferum*, herencia, caracteres morfológicos

### INTRODUCCIÓN

El color de las flores es un factor importante en la polinización ya que muchos insectos discriminan entre ellas según su forma y color, influyendo en gran medida y de manera decisiva en la evolución de las poblaciones (Srivastava and Singh, 2005). De forma natural se puede observar una amplia gama de colores y como ejemplo pueden citarse las diferentes tonalidades que presentan los pétalos.

En estudios previos se ha tratado de conocer los fundamentos bioquímicos del color de las flores y así obtener nuevas variedades con mayor valor ornamental. Se ha demostrado que los flavonoides, en especial las antocianinas, son las moléculas responsables del color. Sin embargo, hay un amplio desconocimiento sobre la herencia del color de la flor que permita explicar la variación fenotípica encontrada así como la distribución de los genes implicados en el genoma (Cleg and Durbin, 2000).

El color de la flor fue uno de los primeros caracteres estudiados por Mendel (1866) gracias a su fácil observación. En este trabajo, se realiza un estudio preliminar sobre la herencia del color y otros caracteres morfológicos de la flor en la especie *Papaver somniferum* L. Además, se analiza también el color de la semilla y su posible correlación con otros caracteres.

La adormidera es una especie anual y autógama con  $2n = 22$ , aunque tiene una tasa de alogamia algo superior al 10%; presenta flores violetas, rosas, blancas y rojas aunque no se considera una especie ornamental debido a su fragilidad (Figura 1). Por el contrario, se utiliza principalmente en la industria farmacéutica por su alto contenido en alcaloides como la morfina, codeína y tebaína, aunque también tiene gran importancia económica en la producción de la semilla que se utiliza para la extracción de aceites y en repostería (Hagel et al., 2007).

Su cultivo está muy controlado y son escasos los países que disponen de licencia para su cultivo (INCB, 2012).

El grano blanco es muy apreciado en repostería alcanzando valores muchos más elevados que el grano rosa, amarillo o gris. Dado que el color de la semilla presenta una herencia retrasada la asociación con otros caracteres morfológicos como el color de la flor puede ser de utilidad en programas de mejora haciendo la selección más eficaz (Pushpangadan et al., 2001).

Los estudios descritos hasta el momento en *Papaver somniferum* L. son muy escasos. Bhandari, en 1989 determinó que el color de la flor seguía una herencia monogénica donde se involucran cuatro alelos. Otros estudios realizados en *Papaver rhoeas* determinaron que el color del pétalo es el resultado de la interacción de ocho factores y sus variantes alélicas (Phillip, 1933).

El objetivo de este estudio es proponer un modelo que explique la herencia de los caracteres morfológicos de la adormidera mediante el análisis de varios cruzamientos de variedades con diferentes fenotipos.

**Figura 1. Diversidad del color de la flor en la adormidera.**



## MATERIAL Y MÉTODOS

Para el estudio del color del pétalo se analizaron ocho descendencias  $F_1$  y una descendencia  $F_2$  de un cruzamiento entre dos variedades de pétalo blanco; una autofecundación de una variedad de pétalo rosa; y un retrocruzamiento ( $BC_1$ ) entre una variedad de pétalo blanco y una  $F_1$  de pétalo violeta.

En el análisis de la herencia del color de la semilla se estudió un cruzamiento complementario entre una variedad de grano blanco y una variedad de grano gris.

En el caso de la mancha basal del pétalo se utilizó la descendencia  $F_2$  antes descrita para el estudio del color del pétalo.

La comparación de las proporciones fenotípicas que aparecen en cada una de las descendencias segregantes se realizó mediante el test  $\chi^2$ .

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizó el estudio de la herencia de los caracteres morfológicos color del pétalo y de la semilla, y la presencia o ausencia de mancha basal en los pétalos a partir de los cruzamientos descritos.



### Color del pétalo

Los cruzamientos y sus descendencias quedan recogidos en la Tabla 1.

**Tabla 1. Cruzamientos utilizados para el estudio del color del pétalo.**

Parental I	Parental II	F <sub>1</sub>	Descendencia
Blanco	Blanco	Violeta	(F <sub>2</sub> ) 9/16 Violeta : 7/16 Blanco
Rosa*	-	-	1/4 Rojo : 2/4 Rosa : 1/4 Blanco
Blanco	Violeta (F <sub>1</sub> )	-	(BC <sub>1</sub> ) ½ Violeta : ½ Blanco

\*Este cruzamiento es una autofecundación.

El control genético del color de los pétalos es muy complejo ya que existen varios genes implicados en este carácter. Fenotípicamente se pueden observar pétalos de color violeta, rojo, rosa y blanco, con una gran variedad de intensidades. La herencia de este carácter podría explicarse por la presencia de al menos tres alelos diferentes mostrando el alelo responsable del fenotipo violeta ( $C^v$ ) dominancia sobre los otros dos ( $C^r$  y  $C^w$ ), que en homocigosis darían lugar a los fenotipos rojo y blanco, respectivamente. El fenotipo rosa aparecería en los heterocigotos  $C^rC^w$  como consecuencia de la falta de dominancia entre estos dos alelos. Los resultados obtenidos indican que además de este locus deben existir otros dos loci implicados en la herencia del color. El alelo dominante de uno de ellos (E) permitiría la expresión del gen C, mientras que el alelo recesivo (e) tendría un efecto epistático impidiendo su expresión del gen C, dando lugar a pétalos de color blanco, independientemente del genotipo que muestre el gen C.

Por último debería existir un tercer gen (I,i) de modo que el alelo dominante (I) de dicho gen tendría un efecto intensificador del color, mientras que el alelo recesivo (i) sería responsable de una atenuación del mismo. Las diferentes combinaciones alélicas de estos tres genes serían las responsables de la gran variación del color de las flores encontrada en esta especie.

### Color de la semilla

Para establecer la herencia del color de la semilla se contaron con los siguientes cruzamientos (Tabla 2).

**Tabla 2. Cruzamientos utilizados para el estudio del color de la semilla.**

Parental ♂	Parental ♀	Semilla F <sub>1</sub>	Semilla F <sub>2</sub>	Semilla F <sub>3</sub>
Blanca	Gris	Gris	Gris	9/16 Gris : 3/16 Blanca 3/16 Rosa : 1/16 Amarilla
Gris	Blanca	Blanca	Gris	9/16 Gris : 3/16 Blanca 3/16 Rosa : 1/16 Amarilla

Las semillas de la adormidera pueden ser grises, rosas, amarillas y blancas. El valor económico de la semilla depende en gran medida del color de la misma. El control genético de este carácter muestra una herencia retrasada ya que se observó segregación para el color en la generación F<sub>3</sub>, siendo tanto la F<sub>1</sub> como la F<sub>2</sub> homogéneas.

Estos resultados son los que cabría esperar, ya que las cubiertas de las semillas dependen directamente del genotipo materno. El color de la semilla parece depender de la acción de dos genes que muestran interacción génica sin alteración en la segregación, mostrando una proporción 9:3:3:1 ( $\chi^2 = 4.605$ ; g.l. = 3;  $0.30 > p > 0.20$ ).



### *Presencia/ausencia de mancha basal en el pétalo*

La proporción de individuos con mancha basal frente a su ausencia es cercana a 3:1. Los datos sugieren que la herencia de este carácter se puede explicar por la existencia de dos alelos diferentes en un solo locus con dominancia completa. Uno de ellos sería el responsable de la presencia de la mancha basal, dominante sobre el alelo recesivo, que en homocigosis daría lugar a plantas con flores sin mancha basal en los pétalos.

### *Correlaciones*

Cuando se ha analizado de forma conjunta el color de los pétalos, la presencia de mancha basal y el color del grano se ha encontrado que el color de la semilla no es independiente del color de los pétalos y la presencia de mancha basal, ya que algunos fenotipos del grano están restringidos a ciertos fenotipos correspondientes a colores específicos de los pétalos y la presencia o ausencia de la mancha basal.

## **CONCLUSIONES**

La herencia de los caracteres estudiados en la adormidera presenta una gran complejidad. El color del pétalo depende de al menos tres genes con variantes alélicas, en oposición a otro tipo de herencia anteriormente citada (Bhandari, 1989). El color de la semilla parece responder a la acción de dos genes que muestran interacción génica sin alteración de la segregación, con herencia retrasada.

En el caso del color de la mancha basal del pétalo, las descendencias obtenidas parecen indicar que se debe a un control monogénico.

Tras realizar este estudio preliminar, se sugiere que para futuros análisis de la herencia se cuente con un mayor número de cruzamientos que engloben todas las combinaciones posibles, y que se consideren nuevos métodos de fenotipado más rigurosos, como la técnica de HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*).

## **AGRADECIMIENTOS**

A Juan Orellana, nuestro tutor, por ayudarnos en el desarrollo y redacción de este trabajo. Muchas gracias.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Bhandari, M.M. 1989 *The Journal of Horticultural Science & Biotechnology* 64: 339-340.  
Cleg, M.T. & Durbin, M.L. 2000. *PNAS*. 97:7016-7023  
Hagel, J.M.; Macleod B.P.; Facchini P.J. 2007 *Biotechnology in Agriculture and Forestry*, 61: 169-187.  
INCB (International Narcotics Control Board). 2012. – Disponible en: <<http://www.incb.org>> [Consulta: Marzo, 2012].  
Philip, P. 1933. *Journal of Genetics* 28: 175-203.  
Pushpangadan, P. & Singh, S.P. 2003 *Handbook of herbs and spices* 22: 261-268.  
Srivastava H.K. & Singh D, 2005. *Bioresource Technology* 97: 1578-1581.



## CARACTERIZACIÓN DE LA SEQUÍA EN PASTOS ANUALES EN DEHESAS

Escribano, Juan Agustín

Tutor: Hernández Díaz-Ambrona, Carlos Gregorio

*Grupo de Sistemas Agrarios AgSystems, Departamento de Producción Vegetal: Fitotecnia.  
y CEIGRAM. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, Universidad Politécnica de  
Madrid, Ciudad Universitaria s/n, E-28040 Madrid (España).  
Correo electrónico: juanagustin.escribano@upm.es*

### RESUMEN

La sequía es un término meteorológico que significa un periodo seco prolongado. El objetivo de este trabajo es caracterizar el fenómeno estacional de la sequía en pastos anuales de dehesa. Durante 2010 y 2011 se realizó un seguimiento del pasto herbáceo en El Cubo de Don Sancho (Salamanca), Trujillo (Cáceres) y Pozoblanco (Córdoba). Se midió la producción herbácea y se caracterizó botánicamente cada zona, además se midió mensualmente la variación del contenido de agua en el suelo mediante un TDR y la precipitación. Los datos de campo de precipitación, humedad del suelo y cantidad de pasto en pie se han comparado con la evolución del índice de vegetación para seguros de sequía por teledetección determinado por Agroseguro. Los resultados mostraron un retardo entre la acumulación de agua en el suelo y el crecimiento del pasto, que se transfiere a las medidas del índice de vegetación por teledetección. En los dos años de estudio los periodos de sequía sucedieron al inicio de crecimiento, justo después de la sequía estacional típica del verano.

**Palabras clave:** agua, pastoreo extensivo, producción

### INTRODUCCIÓN

La definición de sequía es muy amplia, para poder incluir el gran número de condiciones que existen en la agricultura, y que dependen del balance la pluviometría- evaporación, variabilidad del tiempo, capacidad de retención de agua del suelo, tipo de especies, hábitos de enraizamiento y estado de desarrollo. En zonas con una alta pluviometría, una semana sin lluvia puede causar una pérdida significativa de rendimientos, sin embargo, en zonas semiáridas, este tipo de sequía es común y las prácticas de manejo se modifican para tener en cuenta periodos de tiempo seco más largos de los normales. Se puede hablar también de sequía estacional aquella que ocurre siempre debida a unas mismas condiciones climáticas, como ocurre durante la estación estival en clima mediterráneo.

El término sequía es diferente al déficit hídrico, que ocurre cuando hay un desequilibrio entre suministro de agua del suelo y las necesidades de transpiración, eso quiere decir que la evapotranspiración real de las plantas es inferior a su evapotranspiración máxima. Aunque el déficit hídrico puede estar causado por una sequía, falta de pluviometría, también puede estar causado por un bajo contenido de agua en el suelo y suele suceder en suelos arenosos con poca capacidad de retención de agua, cuando hay una fuerte demanda evaporativa de la atmósfera y las raíces de la vegetación no son capaces de absorber todo el agua que deberían transpirar.

Para un pasto herbáceo de tipo anual adaptamos los tres patrones de sequía de Jordan y Miller (1980). El primer caso es el más común y el que determina el comportamiento de los pastos herbáceos anuales. Está caracterizado por la presencia de una sequía terminal y estacional: se produce después del periodo de crecimiento más importante durante el cual el abastecimiento de agua ha sido el adecuado y termina con la senescencia de la planta. En pastos anuales, la supervivencia o persistencia de las plantas se consigue a través de la semilla que es capaz de sobrevivir al periodo prolongado de falta de agua. Esta situación es característica de las zonas de latitudes medias con lluvias en invierno y primavera, como sucede en climas mediterráneos en los cuales el final de la primavera y comienzos de verano traen consigo niveles altos de evaporación y poca lluvia, un



adelanto de este periodo provoca que las semillas no lleguen a madurar y se reduce la persistencia del pasto (Olea, 1988). El segundo caso viene determinado por una gran incertidumbre en el comienzo de la estación lluviosa. Esa sequía inicial prolonga el estado de latencia seminal y por tanto retrasa el inicio del crecimiento que sucederá más tarde, cuando las temperaturas sean más bajas. En este caso el crecimiento inicial se retrasa, impidiendo que haya una buena otoñada, e incluso favoreciendo una mala germinación, por lo que se produce una reducción en la producción de otoño e invierno. El ciclo productivo es más corto y se hace en condiciones más desfavorables. Por último, el tercer caso es característico de muchas zonas (húmedas y semiáridas), en los que los totales de precipitación estacional pueden ser adecuados, pero la variabilidad durante la estación de crecimiento es alta. Las sequías pueden ocurrir en cualquier momento a lo largo de esta estación cuando, por otra parte, la temperatura y la radiación son propicias para el crecimiento del cultivo.

El objetivo de este trabajo es caracterizar los patrones de sequía de los pastos de tres dehesas españolas ubicadas en tres tipos climáticos diferentes y compararlos con el índice de vegetación para seguros de sequía por teledetección determinado por Agroseguro para cada una de las tres comarcas.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se ha realizado en tres dehesas (Tabla 1) situadas en el Cubo de Don Sancho (Salamanca), Trujillo (Cáceres) y Pozoblanco (Córdoba), correspondientes a los tipos climáticos III, II y I según Sánchez de Ron *et al.* (2007) respectivamente. El ensayo comenzó en mayo de 2010 y terminó en diciembre de 2011. En cada dehesa se marcó una parcela de 60 m x 60 m, excluida del pastoreo para llevar a cabo la toma de datos. Se tomaron datos de las estaciones meteorológicas más cercanas del Servicio de Asesoramiento al Regante (SIAR), para caracterizar el clima de cada localidad. Además se dispuso de un pluviómetro automático HOB0-200 en cada parcela. El contenido de humedad del suelo en porcentaje de volumen se determinó mediante medida directa con un sensor TDR 300 smm (*Time Domain Reflectance*) del tipo *Soilmoisture Equipment Corp 6050x1 Trase System I* previamente calibrado. En cada parcela se midieron, mensualmente en tres puntos al azar y a tres profundidades acumulativas (20 cm, 40 cm y 60 cm), los valores de porcentaje de agua en volumen y la constante dieléctrica del suelo. El contenido de agua para cada horizonte se calculó por diferencia de los valores acumulados, expresándose en milímetros de agua y en porcentaje volumétrico.

**Tabla 1. Características topográficas, climáticas y edáficas de las dehesas estudiadas.**

Provincia	Salamanca	Cáceres	Córdoba
Comarca	Vitigudino	Trujillo	Pedroches
Altitud (msnm)	756	564	579
Temperatura media anual (°C)	15	15	18
Precipitación media anual (mm)	504	472	638
Precipitación en 2010 (mm)	605	920	993
Precipitación en 2011 (mm)	541	870	512
Litología	Granito	Pizarra	Granito
Tipo de suelo	<i>Dystric cambisol</i>	<i>Eutric cambisol</i>	<i>Dystric cambisol</i>
Textura	Franco Arenosa	Franca	Franco Arcillo Arenosa
Materia orgánica (%)	2,2	3,0	2,5
pH	4,9	5,4	5,7



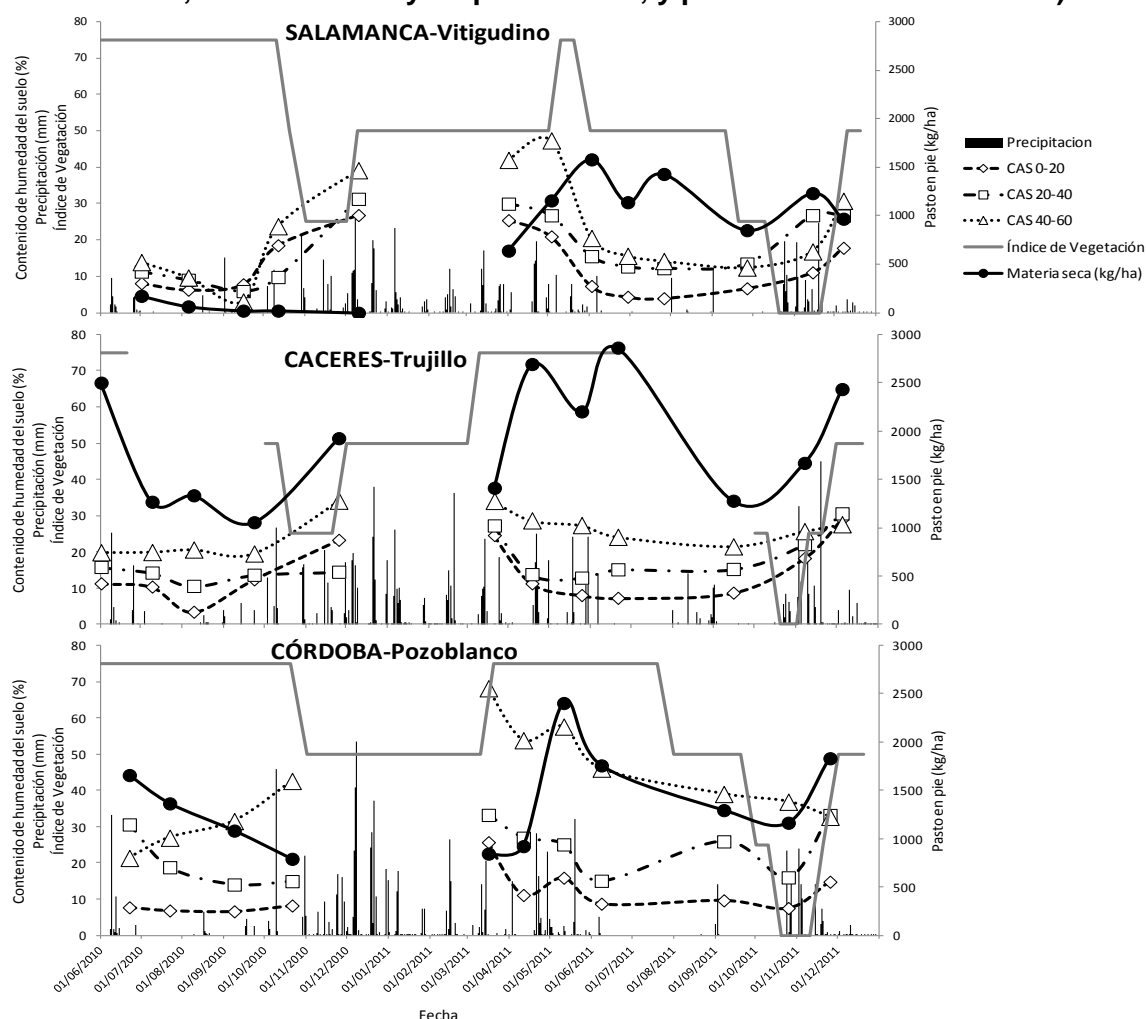
Se determinó mensualmente la biomasa total de la parte aérea en peso fresco, mediante tres repeticiones, con cuadrados segados de 0,5 m por 0,5 m. El peso seco se determinó secando las muestras en estufa a 72 °C durante 48 horas hasta peso constante.

Se tomaron los datos del índice de vegetación para seguros de sequía por teledetección dados decenalmente y para cada comarca por Agroseguro (<http://www.agroseguro.es>), normalizándose las cuatro clases de la siguiente forma: con sequía extrema: 0, con sequía leve: 25, entre la media y sequía leve: 50 y por encima de la media: 75.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En El Cubo de Don Sancho la producción de materia seca por hectárea alcanzada por la vegetación herbácea en julio de 2010 fue de 300 kg/ha, la máxima producción alcanzada en 2011 fue de 1582 kg/ha a principios del mes de junio. La menor producción registrada en 2010 se debió a que la parcela sufrió un pastoreo intenso previo al inicio del ensayo. En Trujillo la producción de materia seca por hectárea alcanzada por la vegetación herbácea en julio de 2010 fue de 2494 kg/ha, la máxima producción alcanzada en 2011 fue de 2857 kg/ha a mediados de junio. En Pozoblanco la producción de materia seca por hectárea alcanzada por la vegetación herbácea en julio de 2010 fue de 1661 kg/ha, la máxima producción alcanzada en 2011 fue de 2629 kg/ha a primeros de mayo.

**Figura 1. Evolución del contenido de agua del suelo (CAS) en los horizontes de 0-20 cm, 20-40 cm y 40-60 cm del suelo, precipitación diaria (mm/día), pasto en pie en materia seca (kg/ha) e índice de vegetación para seguros de sequía por teledetección de Agroseguro (valor normalizado para sequía extrema: 0; con sequía leve: 25; entre la media y sequía leve: 50; y por encima de la media: 75).**





A primeros de julio de 2011 el contenido de agua en el suelo en los primeros 40 cm de profundidad alcanzó el punto de marchitez permanente y se mantuvo así durante todo el verano en las tres zonas (Figura 1). En el horizonte entre 40 cm y 60 cm se observó un ligero descenso dependiendo de la cantidad de agua acumulada previamente. Durante el verano (de julio a septiembre) gran parte del contenido de agua en el suelo se pierde por evaporación, principalmente en el mes de julio, al final del cual se alcanza el punto de marchitez permanente, perdiéndose una quinta parte del agua almacenada por evaporación.

La comparación de la cantidad de materia seca en pie con la evolución del contenido de agua en los horizontes del suelo mostró un retardo, mayor cuando el contenido de agua en el suelo es máximo. La mayor cantidad de pasto en pie se alcanzó en Córdoba en la primera quincena de mayo, y casi un mes más tarde en Cáceres y Salamanca. El valor normalizado de las clases del índice de vegetación para seguros de sequía por teledetección recoge este retardo (Figura 1). Desde el inicio del verano de 2011 y hasta finales de noviembre de 2011 el valor normalizado de las clases del índice de vegetación fue descendiendo en las tres comarcas, hasta alcanzar la clase sequía extrema. En el caso de Trujillo entre septiembre y octubre de 2011 hubo 50 días continuados sin lluvias, afectando al establecimiento del pasto de otoño y marcando el inicio de un periodo de sequía según el seguro de sequía en pastos. Lo mismo ha ocurrido en las otras dos comarcas, en Córdoba desde el 1 de junio y hasta el 23 de octubre solo se registraron 23 mm de precipitación. La evolución del índice de vegetación para seguros de sequía por teledetección muestra dos eventos de sequía iniciales en 2010, comenzó la última decena de octubre y se prolongó todo el mes de noviembre en Cáceres, ocurriendo una decena más tarde en Salamanca, y no registrándose en Córdoba. El otro evento de sequía inicial ocurrió en 2011, de forma más intensa y duradera debido a la falta de precipitación antes comentada, el periodo de sequía se inicia en la última decena de septiembre hasta finales de noviembre en Córdoba y Cáceres, y en Salamanca se prolonga hasta diciembre. La salida de ese periodo de sequía se observa por un crecimiento del pasto en Córdoba y Cáceres, y no en Salamanca, seguramente debido a las temperaturas más bajas registradas en diciembre.

## CONCLUSIONES

En los dos años estudiados y para las tres localidades los eventos más intensos de sequía son del tipo de sequía inicial, lo que afectan al establecimiento del pasto en otoño. Debido a esa sequía inicial, el establecimiento del pasto se retrasa hacia las épocas más frías del año. La intensidad de la sequía en 2011 fue mayor que en 2010 debido a un periodo más prolongado de ausencia de precipitaciones. Se ha encontrado un retardo entre el aumento del contenido de agua en el suelo y el aumento de la producción del pasto. La presencia del mínimo en la curva de evolución del contenido de humedad del suelo se registra también en las curvas de evolución del pasto en pie.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha realizado en parte en el proyecto «Recogida y procesamiento de información agronómica y zootécnica obtenida "in situ" y su integración satelital de precisión para la mejora del seguro para la cobertura de los daños por sequía en pastos 2010 y 2011» financiado por ENESA y realizado en el CEIGRAM. Agradecemos también a los ganaderos por poder disponer de sus dehesas, a Adrian-Eugen Gliga (becario Erasmus) y a la profesora Francisca Guerrero (departamento de Edafología de la ETSIA de la UPM de Madrid).

## BIBLIOGRAFÍA

- JORDAN W.R. Y MILLER F.R., 1980. Genetic variability in sorghum root systems: implication for drought tolerance. En: N.C. Turner y P.J. Kramer (eds), *Adaptation of Plants to Water and High Temperature Stresses*, 383-399. New York, Estados Unidos: Wiley Interscience.
- OLEA L., 1988. Persistencia y producción de pastos en el S.O. de España: Introducción de trébol subterráneo. Colección de tesis doctorales INIA núm. 74. Madrid, España: Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias.
- SÁNCHEZ DE RON D., ELENA ROSELLÓ R., ROIG S. Y GARCÍA DEL BARRIO J.M., 2007. Los paisajes de dehesa en España y su relación con el ambiente geoclimático. *Cuad. Soc. Esp. Cienc. For.*, 22, 171-176.





## APLICACIÓN DEL MÉTODO DE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA EN LA DETERMINACIÓN DE VIABILIDAD DE SEMILLAS SILVESTRES

Zarzuela Esteban, Mariano

Tutores: González Benito, M<sup>a</sup> Elena; Mira Pérez, Sara

Departamento E.U.I.T. Agrícola Universidad Politécnica de Madrid

Departamento de Biología Vegetal E.T.S.I. Agrónomos Universidad Politécnica de Madrid

Correo electrónico: m.zarzuela@alumnos.upm.es

### RESUMEN

El objetivo principal de este trabajo fue desarrollar una metodología de ensayo de la calidad de las muestras mediante el uso de la conductividad eléctrica de los lixiviados de las semillas. Para ello se observó la relación existente entre el tiempo de imbibición de las semillas y el peso fresco de las mismas y el valor de conductividad eléctrica (CE) de su lixiviado. Se utilizaron semillas control y semillas con la viabilidad reducida después de tratarlas a 100 °C durante 24 horas. Estas últimas mostraron valores mayores de conductividad de lixiviados que las semillas control, lo cual indica que el método de CE sirve para diferenciar las semillas no viables, de las que sí lo son.

Se relacionó la conductividad eléctrica del lixiviado con distintos grados de deterioro (viabilidad) de las semillas. Para ello, se estudió la pérdida de viabilidad de semillas siendo sometidas a un tratamiento de envejecimiento acelerado (70% HR, 45 °C) durante varios periodos (hasta 35 días). Se observó que el almacenamiento a 45 °C y 70% HR produjo un marcado descenso en la germinación. La elevada correlación entre el aumento de conductividad y el descenso de la germinación, indica que el método de conductividad puede ser utilizado para evaluar el deterioro de semillas de especies silvestres de la familia *Brassicaceae*.

**Palabras clave:** conductividad eléctrica, viabilidad semillas, *Brassicaceae*

### INTRODUCCIÓN

El método de evaluación de la viabilidad de semillas que aporta mayor exactitud es la prueba de germinación en condiciones controladas de laboratorio. Además de este método se utilizan otros como es la prueba de conductividad eléctrica de lixiviados (CE), método aceptado como prueba para medir el vigor de semillas en guisante (ISTA, 2003). Además, son varios los estudios que han comprobado la potencialidad de su utilización en especies de la familia *Brassicaceae*, con semillas de tamaño reducido, como *Brassica rapa* (Poulsen, 2004; Hampton 2009). Esta prueba se basa en comprobar el nivel de integridad de las membranas celulares de los tejidos que constituyen la semilla. Al embeber semillas cuyas membranas celulares se encuentran dañadas, sufren una pérdida del contenido celular (iones, carbohidratos), que modifica las características de la solución en la que están inmersas, lo que produce un aumento de la conductividad eléctrica del lixiviado.

### MATERIAL Y MÉTODOS

Para los ensayos de puesta a punto del protocolo de conductividad se utilizaron tres especies silvestres cuyas semillas fueron adquiridas a la casa comercial Semillas Silvestres (Córdoba, España): *Sinapis alba*, *Eruca vesicaria*, y *Moricandia arvensis*.

#### Variación de la conductividad eléctrica respecto al tiempo de imbibición

Se estudió la conductividad eléctrica (CE) del lixiviado de semillas sometidas a 100 °C durante 26 h (en la estufa), y de semillas control (sin tratar), con la finalidad de determinar el tiempo necesario para que la medida de la CE se estabilizase. Para ello, se utilizaron



tres réplicas de 0,1 g para *Moricandia arvensis* y *Eruca vesicaria*, y de 0,2 g para *Sinapis alba*. Esta diferencia en el peso de la muestra se debió a que se pretendía que hubiese al menos 20 semillas por réplica, para poder realizar más adelante los ensayos de germinación. Se tomaron datos de conductividad cada dos horas.

### Variación de la conductividad eléctrica respecto al peso de la muestra

Se estudió la relación entre el peso fresco de la semilla y su valor de conductividad eléctrica para las especies *E. vesicaria*, *M. arvensis* y *S. alba*.

Para cada especie, se prepararon diez muestras desde 0,01 g hasta 0,1 g, en intervalos crecientes de 0,01 g, con tres repeticiones por cada intervalo de peso. Cada réplica se introdujo en un vial de vidrio con 10 ml de agua destilada, y se dejaron las muestras en reposo durante 20 h antes de medir la conductividad eléctrica del lixiviado. Se utilizaron tres réplicas de igual volumen de agua destilada como blanco.

### Tratamiento de envejecimiento acelerado

Se estudió el porcentaje final de germinación de semillas sometidas a un tratamiento de envejecimiento de 45 °C y 70% de humedad relativa, para estudiar la pérdida de viabilidad a lo largo del tiempo. El envejecimiento se llevó a cabo introduciendo las semillas en sobres de papel, y dejándolas equilibrar durante tres días a temperatura ambiente dentro de un recipiente de cristal cerrado herméticamente, en cuyo interior se colocó una solución de 23,7 g de LiCl, que proporcionaba una humedad relativa de 70% (Hay *et al.*, 2008), sin que las semillas tocaran la solución.

Se midió el porcentaje final de germinación de aquellas accesiones implicadas en el ensayo de conductividad utilizando para ello dos tratamientos: aplicación de ácido giberélico (GA<sub>3</sub>) y control. Para el primer caso, las semillas se sumergieron en una solución de 1000 ppm GA<sub>3</sub> durante 24 horas. Posteriormente, se secaron las semillas cuidadosamente con toalla de papel y se colocaron sobre agar en cajas de Petri de 9 cm de diámetro interior. En el segundo, las semillas se secaron después de extraerlas del agua con el lixiviado y se procedió a su siembra. En todos los casos las semillas se sembraron sobre agar (0,6%) dentro de cajas Petri de 9 cm de diámetro, y se procedió a su incubación a 25 °C, con un fotoperiodo de 16 h luz y 8 h oscuridad, y una irradiancia de 100  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ .

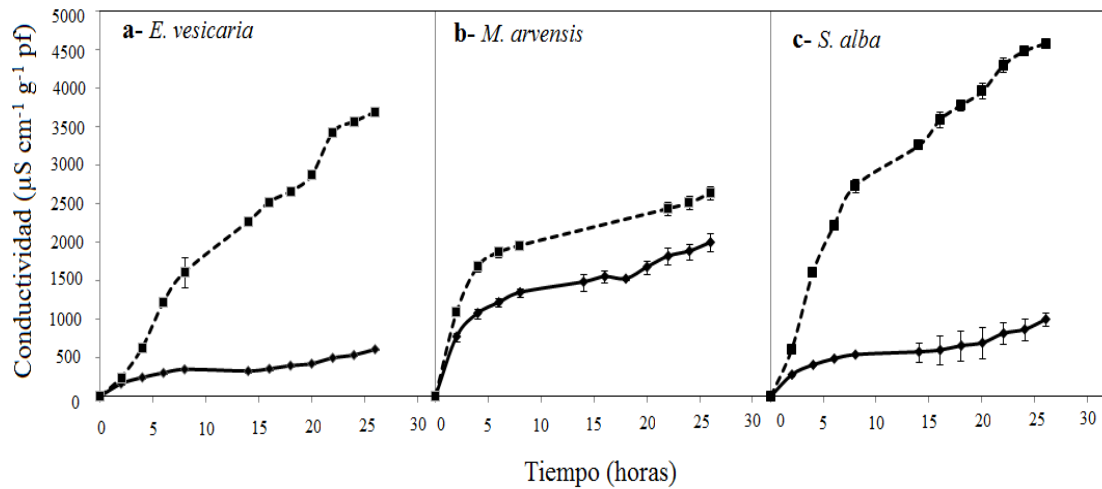
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observaron valores de conductividad eléctrica mayores en las semillas sometidas a un tratamiento de 100 °C por 24 h que en las semillas control desde las primeras horas de imbibición (figura 1). En las tres especies se observó, tras 20 horas de imbibición en agua destilada, una fuerte correlación (*E. vesicaria* ( $R^2 = 0,9$ ), *M. arvensis* ( $R^2 = 0,98$ ) y *S. alba* ( $R^2 = 0,94$ )) entre el peso de la muestra y la conductividad eléctrica de su lixiviado, lo que nos indicaba que este método se puede utilizar con muestras cuyo peso se sitúe por debajo de los 0,01 gramos.

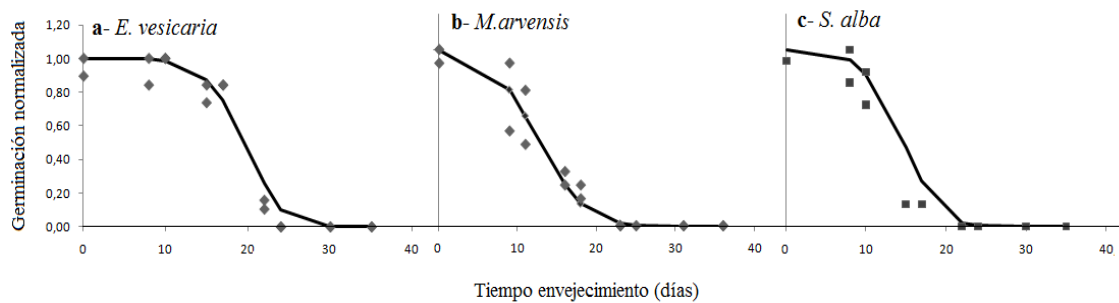
El almacenamiento a 45 °C y 70% HR produjo un marcado descenso en la germinación. Como era de esperar, al aumentar el tiempo de envejecimiento disminuye el porcentaje final de germinación, siguiendo un patrón sigmoidal (Figura 2). Se observó una fuerte correlación entre la conductividad eléctrica de los lixiviados y la germinación en las tres especies estudiadas (Figura 3).



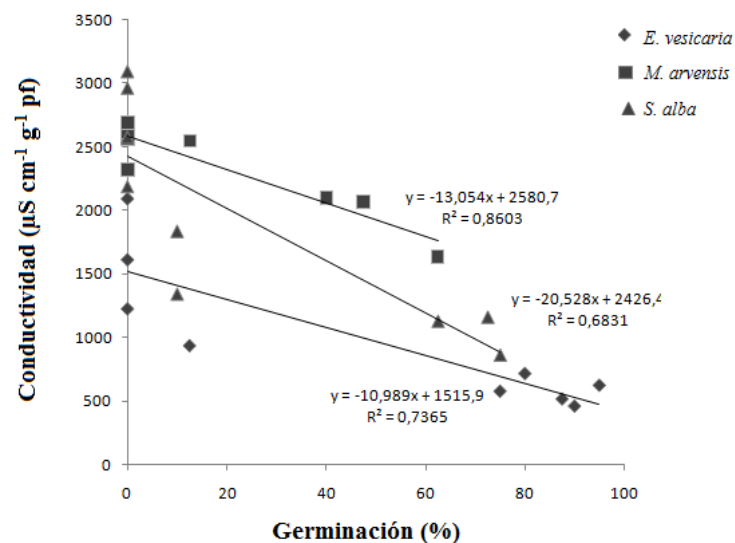
**Fig. 1. Variación de la conductividad eléctrica del lixiviado de semillas sometidas a un tratamiento de 100 °C por 24 h ■, y de semillas control ♦, respecto al tiempo de imbibición, para las especies *Eruca vesicaria*, *Moricandia arvensis* y *Sinapis alba*. Barras: error estándar.**



**Figura 2. Pérdida de viabilidad en función de los días de envejecimiento en semillas de *Sinapis alba*, *Eruca vesicaria*, y *Moricandia arvensis* sometidas a 45 °C y 70% de humedad relativa.**



**Figura 3. Conductividad eléctrica respecto al porcentaje de germinación.**





El método de la conductividad eléctrica es aceptado por la ISTA para el guisante (*Pisum sativum*; ISTA, 2003) y ha sido testado en diversas especies cultivadas del género *Brassica*: *B. napus*, *B. oleracea* var. *alboglabra*, *B. rapa* var. *pekinensis*, *B. campestris* (Hampton et al., 2009), *B. oleracea* var. *capitata* (Demir et al., 2008), *B. rapa* (Khan et al., 2005) y *B. rapa* subsp. *rapa* (Poulsen et al., 2006). En estos estudios se observó que, en general, había una buena correlación entre los resultados del test de conductividad y la germinación y/o la emergencia en campo. La relación entre la conductividad y la germinación variaba con los cultivares (Demir et al., 2008). En alguno de estos trabajos también relacionaron la germinación obtenida después de diversos tratamientos de envejecimiento y la conductividad (Khan et al., 2005; Demir et al., 2008); en dichos estudios consiguieron  $R^2$  cercanos o superiores a 0,8. En el presente trabajo se han conseguido correlaciones de  $R^2$  entre 0,7 y 0,9 para la germinación de las tres especies objeto de estudio.

## CONCLUSIONES

1. El valor de conductividad eléctrica de semillas tratadas a 100 °C durante 24 horas (semillas dañadas) es mayor que el obtenido por las semillas control para las especies *Eruca vesicaria*, *Moricandia arvensis* y *Sinapis alba*.
2. El valor de conductividad eléctrica aumenta de forma lineal al aumentar el peso fresco de la semilla para las tres especies estudiadas.
3. La conductividad eléctrica aumenta a medida que aumenta el tiempo de envejecimiento y disminuye el porcentaje de germinación someter las semillas a tratamientos de envejecimiento acelerado (70% HR, 45 °C) para las especies *E. vesicaria* ( $R^2 = 0,74$ ), *M. arvensis* ( $R^2 = 0,86$ ) y *S. alba* ( $R^2 = 0,68$ ).

## AGRADECIMIENTOS

Quisiera dar las gracias a mis tutoras, la Dra. Elena González Benito y, muy especialmente, la Dra. Sara Mira Pérez, no sólo por sus amplios conocimientos, sino también por la ayuda, paciencia y comprensión puestas a mi disposición en todo momento. Ellas han sido el hilo conductor gracias al cual ha sido posible realizar este trabajo.

## BIBLIOGRAFÍA

- DEMIR L., MAVI K., KENANOGLU B. B., MATTHEWS S. 2008. Prediction of germination and vigour in naturally aged commercially available seed lots of Cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata*) using the bulk conductivity method. *Seed Science & Technology* 36: 509-523.
- HAMPTON J. G., LEEKS C. R. F., MCENZIE B. A. 2009. Conductivity as a vigour test for *Brassica* species. *Seed Science & Technology* 37: 214-221.
- HAY F.R., ADAMS J., MANGER K., PROBERT R. 2008. *Seed Science & Technology* 36: 737-746.
- ISTA. 2003. International Rules for Seed Testing. International Seed Testing Association, Zurich.
- KHAN M. M., IQBAL M. J., ABBAS M. 2005. Loss of viability correlates with membrane damage in aged turnip (*Brassica rapa*) seeds. *Seed Science & Technology* 33: 517-520.
- POULSEN G., HOLTEN C., VON BOTHMER R. 2006. Identification and revival of low viability seed samples. *Genetic Resources and Crop Evolution* 53: 675-678.



## PRODUCTIVIDAD Y CRECIMIENTO DEL SECTOR INDUSTRIAL ALIMENTARIO: UNA COMPARACIÓN ENTRE MÉXICO Y ESPAÑA

Martínez Pérez, Edith <sup>1</sup>; Miranda de la Cruz, Gladys

Tutor: Alarcón, Silverio<sup>2</sup>

<sup>1</sup>División de Ciencias Económico Administrativas. LEA. Universidad Autónoma Chapingo

<sup>2</sup> Departamento de Economía y CC.SS. Agrarias. ETSI Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid  
Correo electrónico: ortiztja@hotmail.com

### RESUMEN

La industria alimentaria es un sector importante tanto para México como para España, considerando que las cifras que reflejan la producción generada, el empleo, la inversión en activos fijos realizada y el consumo de materias primas son representativos dentro del sector industrial en general, para cada país. En éste estudio se calcula y analiza la productividad del trabajo, y el crecimiento del sector industrial alimentario para México y España, y se realiza una comparación de ambos países; para ello se consideran las siguientes variables: ventas, personal ocupado, inversión en activos materiales y consumo de materias primas durante un periodo de 8 años (2003-2008). Con esta base de datos se determina la productividad del trabajo y las tasas de crecimiento de cada variable para cada país, y con ellas se realiza la comparación.

**Palabras clave:** *productividad, crecimiento, personal ocupado*

### INTRODUCCION

El desarrollo de la economía de los países, se debe principalmente a la eficiencia y la productividad de las actividades que se realizan en cada uno de sus sectores. El sector industrial es importante debido a la contribución que realiza al PIB de cada nación, ya sea por la generación de productos de alta tecnología y de alto valor agregado, o simplemente productos de consumo diario o eventual. La industria alimentaria, es importante ya que destaca por su importancia estratégica, debido a que la mayoría de los subsectores que la conforman generan productos de consumo básico e insustituible que se suministran a población creciente.

En el presente trabajo se realiza una comparación de la evolución de las industrias alimentarias de México y de España. Los objetivos son: calcular y analizar la evolución del crecimiento de ambas industrias alimentarias y realizar una comparación de sus productividades del trabajo y del capital. La finalidad del trabajo es realizar una comparación sobre la situación y evolución de la industria alimentaria de México y España, para destacar cuales de las dos industrias presenta un panorama más favorable.

### JUSTIFICACION

Los estudios clásicos que abordaron la estimación de crecimiento de la productividad parten del trabajo de Solow quien, a partir de una especificación econométrica basada en la función de producción Cobb-Douglas, determina la aportación del trabajo, el capital y el cambio tecnológico en el crecimiento del producto (Solow, 1957). En México entre los estudios sobre la productividad total de los factores y la productividad del trabajo, destaca el estudio que se realiza en Mendoza (2004) quien analiza la productividad del trabajo en la industria maquiladora (empresa que importa materias primas sin pagar impuestos para hacer productos diferentes y exportarlos) de exportación por divisiones y por estados. En España como antecedente se tiene el trabajo de Alarcón (2004) donde analiza productividad en el sector agroalimentario.

A diferencia de lo ya realizado por otros autores, en este estudio se analiza productividad de la industria agroalimentaria en ambos países a partir de índices tomando en cuenta dos factores; trabajo y capital. A partir de los índices obtenidos de ambos países se



comparan las tasas de crecimiento de los índices de productividad, se analizan solo tasas de crecimiento ya que no es posible analizar directamente ambas industrias puesto que cada país cuenta con características diferentes de sus factores producción.

## METODOLOGIA

Existen diversas formas de calcular la productividad. Para fines prácticos de este trabajo se calcula la productividad del trabajo que se obtiene dividiendo el valor agregado entre el personal ocupado. El valor agregado es resultado de restarle a la variable ventas el concepto por materias primas. Con respecto a las tasas de crecimiento utilizadas para el análisis de los datos, se calculan de forma anual, para cada una de las variables y para cada sector y subsector seleccionado. En ambos países se estudia el periodo de 2003-2008, en México a partir de datos proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), y en España por el Instituto Nacional de Estadística (INE).

Las variables usadas son las siguientes: ventas, inversión en activos materiales, materias primas, estas se expresan en miles de pesos o euros según el país del que se hable, y por último se tiene la variable de personal ocupado la cual se expresa en personas.

Para el caso de México se tiene que los cuatro subsectores que sobresalen son: elaboración de productos de panadería y tortillas; producción de refrescos y cervezas, producción de lácteos, y molienda de granos y de semillas oleaginosas.

Por otra parte en el caso de España se tiene que los cuatro subsectores que sobresalen son: cárnicos, bebidas alcohólicas, lácteos, y alimento para animales.

En este estudio se comparan las tasas de crecimiento de productividad del trabajo y empleo. A partir de estas tasas de crecimiento se compara cada subsector con el conjunto de la industria alimentaria y se propone la siguiente tipología para el crecimiento del empleo y productividad del trabajo:

- CE: Crecimiento vía empleo, se cumple que el crecimiento de empleo es superior a la Industria Alimentaria (IA) pero el crecimiento de productividad de trabajo es inferior a la IA.
- CPT: crecimiento vía productividad, el crecimiento de productividad del trabajo es superior al de la IA, pero no así el crecimiento del empleo es inferior al de la IA.
- CEPT: crecimiento dinámico vía empleo y productividad, ambos crecimientos son superiores a los de la IA.
- D: declive, ambos crecimientos son inferiores a los de la IA.

## RESULTADOS

**Tabla 1. Tipología de la dinámica sectorial en función de empleo y productividad y la productividad del trabajo en México.**

SUBSECTOR	TASAS DE CRECIMIENTO							
	EMPLEO PERIODO (2003-2008) en %	PRODUCTIVIDAD PERIODO (2003-2008) en %	2003-2008	2004	2005	2006	2007	2008
ELABORACION DE PRODUCTOS DE PANADERIA Y TORTILLAS	2.35	3.53	CEPT	CEPT	CE	CPT	CEPT	CE
PRODUCCION DE REFRESCO Y CERVEZA	-3.56	6.26	CPT	CPT	CPT	CPT	D	D
PODUCTOS LACTEOS	2.67	0.31	D	CE	CE	CE	CEPT	D
MOLIENDA DE GRANOS Y SEMILLAS OLEAGINOSAS	0.36	6.08	CEPT	CPT	D	CE	CEPT	CEPT

FUENTE: Elaboración propia a partir del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

CPT: Reestructuración vía productividad del trabajo.

CE: Reestructuración vía empleo

CEPT: Reestructuración vía empleo y productividad

D: declive.



En la tabla 1, la segunda tercera y cuarta columna muestran tasas medias de crecimiento para el periodo de 2003-2008, mientras el resto presentas tasas de crecimiento anuales. El propósito de la elaboración de dicha tabla es ayudar a analizar la dinámica de los cambios de productividad y empleo que han ocurrido en cada uno de los subsectores en relación con el promedio de la industria alimentaria en general.

En la tabla 1, en la primera columna se puede ver que el sector que ha tenido la tasa de crecimiento de empleo mayor durante el 2003 al 2008 es el de panadería y tortillas, y el que presenta una disminución de empleo durante estos cinco años es el de producción de refrescos y cervezas; sin embargo en el caso de las tasas de crecimiento de la productividad del trabajo no ocurre lo mismo, ya que el sector que presenta mejores condiciones es el de refrescos y cerveza y el de molienda de granos y semillas oleaginosas con una tasa por encima del 6%. Para el caso de productos lácteos se tiene una tasa de crecimiento de la productividad del trabajo inferior al 0.5%, la cual no es la esperada, ya que el personal que se contrata año con año es superior a la productividad.

De forma general se observa que el sector que presenta el panorama más favorable en el periodo 2003-2004 es el de elaboración de productos de panadería y tortillas, ya que muestran crecimientos superiores a la media de la industria en general, tanto en productividad del trabajo como en empleo, y por ello figuran dentro de la clasificación CEPT. De los cinco años de análisis, en dos se encuentra dentro de la clasificación de CEPT, en otros dos dentro de CPT, es decir, presenta crecimientos superiores a la media en cuanto a productividad del trabajo, y en el año restante en cuanto a empleo, por lo que se encuentra dentro de CE. El único sector que no presenta crecimiento dentro del periodo de 2003-2008 ni en productividad ni en empleo es el de lácteos, ubicándose dentro de la categoría D, sin embargo esto no quiere decir que se haya encontrado en ella todos los años, pues del 2004 al 2006 presentó crecimiento superior a la media en cuanto al empleo, estando dentro de la clasificación CE; en el 2007 fue superior el crecimiento de la productividad y el de empleo con respecto a la media, encontrándose dentro de CEPT; pero de presentar condiciones muy buenas pasó en el 2008 a la etapa menos favorable, la D, donde su crecimiento de productividad y empleo no superaron a la media.

**Tabla 2. Tipología de la dinámica sectorial en función de empleo y productividad y la productividad del trabajo en España.**

SUBSECTOR	TASAS DE CRECIMIENTO							
	EMPLEO (2003-2008)	PRODUCTIVIDAD (2003-2008)	2003-2008	2004	2005	2006	2007	2008
CARNICO	2.572	-0.286	CE	CE	CEPT	D	CEPT	D
BEBIDAS ALCOHOLICAS	-0.225	1.064	CPT	CPT	CEPT	CPT	CE	D
LACTEOS	0.741	1.046	CEPT	CE PT	CE	CEPT	CPT	CEPT
ALIMENTOS PARA ANIMALES	-0.757	-0.584	D	D	CEPT	D	D	CEPT

FUENTE: Elaboración propia a partir del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

CPT: Reestructuración vía productividad del trabajo.

CE: Reestructuración vía empleo

CEPT: Reestructuración vía empleo y productividad

D: declive.

En la tabla 2, en la primera columna se mencionan los cuatro subsectores más importantes de la industria agroalimentaria española, en la columna dos se muestra la tasa de crecimiento que tiene el empleo en el periodo 2003-2008, en la columna tres se muestra las tasas de crecimiento que ha tenido cada subsector en cuanto a productividad del trabajo, en la columna cuatro se muestra la clasificación de los subsectores comparando tasas medias de cada subsector y tasa medias de la industria en general del



periodo 2002-2008; mientras que en el resto de las columnas se clasifican en función de tasas medias anuales con respecto a la tasa media de la industria en general.

En relación al empleo en el periodo 2003-2008 solo los subsectores cárnicos y lácteos presentan tasas de crecimiento positivas y el resto presenta tasas de crecimiento negativas en cuanto a número de personas empleadas.

En cuanto a productividad del trabajo los subsectores bebidas alcohólicas y lácteos muestran tasas de crecimiento positivas por el contrario los subsectores cárnicos y alimento para animales tasas de crecimiento negativas.

En la clasificación propuesta se observa que el subsector mejor posicionado en el periodo de análisis es el subsector lácteos al ser clasificada como CEPT, es decir obtiene un crecimiento superior a la media tanto del empleo como en la productividad del trabajo y en contraste tenemos al subsector alimento para animales que queda clasificada como D, mostrando tasas medias por debajo de la media de la industria en general y por consecuente este no presenta crecimiento por vía empleo ni por vía productividad del trabajo.

### CONCLUSIONES

Comparando ambos países, se tiene que México presenta tasas de crecimiento mayores en cuanto al personal ocupado respecto a España. En México, el sector que presenta mayores tasas de crecimiento en cuanto al personal ocupado es el de productos lácteos y en España es el cárnico, esto se podría explicar debido a los cambios de hábito en el consumo de la población española que se han presentado en los últimos años.

Considerando la productividad del trabajo de ambos países, se tiene que México presenta en los cuatro sectores analizados tasas de crecimiento positivas, destacando el sector de producción de refresco y cerveza; sin embargo en España no ocurre lo mismo, puesto que sólo dos de los cuatro sectores estudiados presentan tasas de crecimiento positivas, siendo el sector de bebidas alcohólicas el mejor posicionado.

De acuerdo a la tipología propuesta se concluye que la industria alimentaria de España es menos estable que la de México, puesto que en España se presentan cambios drásticos a la hora de clasificar sus subsectores, los cuales se encuentran dentro de la clasificación CEPT en un año y al siguiente en D. Por último se tiene que el sector de panadería y tortillas es el mejor en México y en España es el de lácteos.

### AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al profesor Silverio Alarcón Lorenzo por su valiosa asesoría, por todos los conocimientos que compartió con nosotras y por el tiempo dedicado para poder realizar este trabajo.

### BIBLIOGRAFÍA

Alarcón L. Silverio (2010) "La productividad del sector agroalimentario español (1993-2007)". Revista española de estudios agrosociales y pesqueros n° 226.

Mendoza, Cota J. Eduardo (2004) "Productividad del trabajo en la industria maquiladora del norte de México: un análisis de convergencia". Econoquantum vol. 1 núm 1, 2004, Universidad de Guadalajara, México.

Solow, Robert (1957) "Technical Change and the Aggregate Production Function", Review of Economics and Statistics, vol. 39, pp. 312-320.

[www.inegi.gob.mx/](http://www.inegi.gob.mx/). Febrero 2012

[www.ine.es/](http://www.ine.es/). Febrero 2012.





## ANÁLISIS FILOGENÉTICO DE BACTERIAS ENDOSIMBIÓTICAS DE *GENISTA NUMIDICA*

Djenadi, Katia <sup>1</sup>; Duran, David <sup>2</sup>; Hadjira, Ahnia <sup>1</sup>

Tutores: Boulila, Farida <sup>1</sup>; Rey, Luis <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Ecología Microbiana, Facultad de Biología, Universidad Mira Abderrahmane, Bejaia, 06000. Argelia.

<sup>2</sup>Departamento de Biotecnología, E.T.S. Ingenieros Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid, Ciudad Universitaria, s/n 28040 Madrid

Correo electrónico: djenadikatia@yahoo.fr; david.duran.wendt@alumnos.upm.es; djola.anna@hotmail.fr

### RESUMEN

Los rizobios son bacterias del suelo capaces de formar unas estructuras especializadas en raíces de leguminosas donde reducen dinitrógeno. Algunas de estas leguminosas, como *Genista numidica* Spach, juegan un importante papel ecológico y económico por la fertilización y la remediación de suelos áridos, lo que ha impulsado el estudio y la caracterización de los rizobios específicos.

En la presente investigación se analizan 53 cepas de rizobios aisladas de nódulos de raíces de *G. numidica* de la costa de Argelia. La diversidad genética de los aislados se llevó a cabo mediante la secuenciación del gen 16S rRNA y del espacio intergénico (ITS), región situada entre los genes 16S y 23S rRNA.

Los endosimbiontes de *G. numidica* muestran una gran diversidad filogenética. Las secuencias de los aislados mostraron proximidad a  $\alpha$ -proteobacterias (*Bradyrhizobium* sp, *Sphingobium* sp) y  $\gamma$ -proteobacterias.

**Palabras clave:** *Genista numidica*, diversidad filogenética, *Bradyrhizobium*

### INTRODUCCION

La tierra como ecosistema global depende en buena medida de actividades metabólicas de bacterias del suelo. Uno de esos procesos es la fijación biológica de nitrógeno producida principalmente por bacterias de vida libre o simbioses asociados con leguminosas (rizobios), capaces de reducir el dinitrógeno a amonio que puede ser posteriormente asimilado por las plantas.

Los rizobios promueven la formación de estructuras en las raíces de las leguminosas denominadas nódulos que colonizan intracelularmente. Los rizobios descritos en estos momentos se distribuyen principalmente en 4 ramas de las  $\alpha$ -proteobacterias: *Rhizobium*–*Sinorhizobium*–*Mesorhizobium*–*Allorhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Azorhizobium*, y *Methylobacterium*. También se han descrito rizobios pertenecientes al grupo de las  $\beta$ -proteobacterias (Moulin et al., 2004).

El género *Genista* incluye 90 especies de leguminosas arbustivas bien representadas en el área mediterránea, sin embargo sólo se han estudiado los endosimbiontes de algunas de ellas. Los correspondientes a *Genista tinctoria* L, *Genista monspessulana* (L) L. A. Johnson y *Genista linifolia* L han sido clasificados como *Bradyrhizobium* de crecimiento lento, mientras que las cepas aisladas de *Genista microcephala* Coss & Durieu que crece en una región árida de Túnez son rizobios de crecimiento rápido. *Genista saharae* Coss. & Reboud que también crece en Túnez forma nódulos con especies de los géneros *Ensifer* o *Rhizobium* (Mahdhi et al., 2007).

*Genista numidica*, crece en la costa argelina como arbusto silvestre y pertenece a la tribu *Genisteeae*. Hasta el momento no se han caracterizado bacterias capaces de nodular esta planta.

En este trabajo se presenta el análisis filogenético de bacterias aisladas de nódulos de *G. numidica* en base al gen 16S rRNA y al espacio intergénico (ITS) entre 16S y 23S rRNA. Las plantas proceden de la costa argelina.



## MATERIALES Y METODOS

### Aislamiento y caracterización de endosimbiontes de *G. numidica*

La recolección de los nódulos se realizó en parcelas de 100 m<sup>2</sup> con predominio de *G. numidica*, 15 cm por debajo de la parte aérea de la planta. Los nódulos se desinfectaron superficialmente con alcohol y tras aplastarse en condiciones asépticas su contenido se extendió sobre placas de agar extracto de levadura manitol (YMA) como se describió en (Mahdhi et al., 2007). Tras 10 días de incubación a 28°C, se purificaron varias veces en YMA y se inocularon sobre semillas de *G. numidica* para confirmar su capacidad de nodular según el protocolo de Boulila et al., 2009.

De los aislados de los nódulos se examinó el color, morfología, presencia de mucosidad, tiempo de generación y tinción Gram. Para obtener el tiempo de generación se tomaron medidas de densidad óptica durante 24 horas cada 2 en medio YM a 28°C.

### Amplificación de ADN

El ADN se extrajo de cultivos de 5 días crecidos en medio YM (manitol extracto de levadura) usando el método de SDS–NaOH. El ADN purificado (1µl, 5–10 ng ADN) fue utilizado para amplificaciones mediante PCR. Las reacciones de PCR se realizaron según Sanchez-Cañizares et al., 2011 para la amplificación del gen 16S rRNA y para la región ITS según Laguerre et al., 1996.

### Análisis de las secuencias y construcción de árboles filogenéticos

Los cromatogramas de las secuencias se analizaron con el programa Chromas 1.50. Los árboles filogenéticos con secuencias de referencia se llevaron a cabo mediante el análisis de remuestreo (bootstrapping) y el programa MEGA.5.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

*G. numidica* es un arbusto silvestre, ampliamente distribuido en la costa argelina, crece en suelos arenosos a pH 6,8-7,2 con bajos niveles de carbono, nitrógeno y caliza.

Los nódulos recolectados en este trabajo mostraron una gran diversidad. Presentaron formas tanto determinadas como indeterminadas. Se obtuvieron más de 200 aislados de los cuales 53 confirmaron su capacidad de renodular su planta hospedadora, los nódulos fueron rojos sugiriendo una efectiva capacidad para fijar nitrógeno.

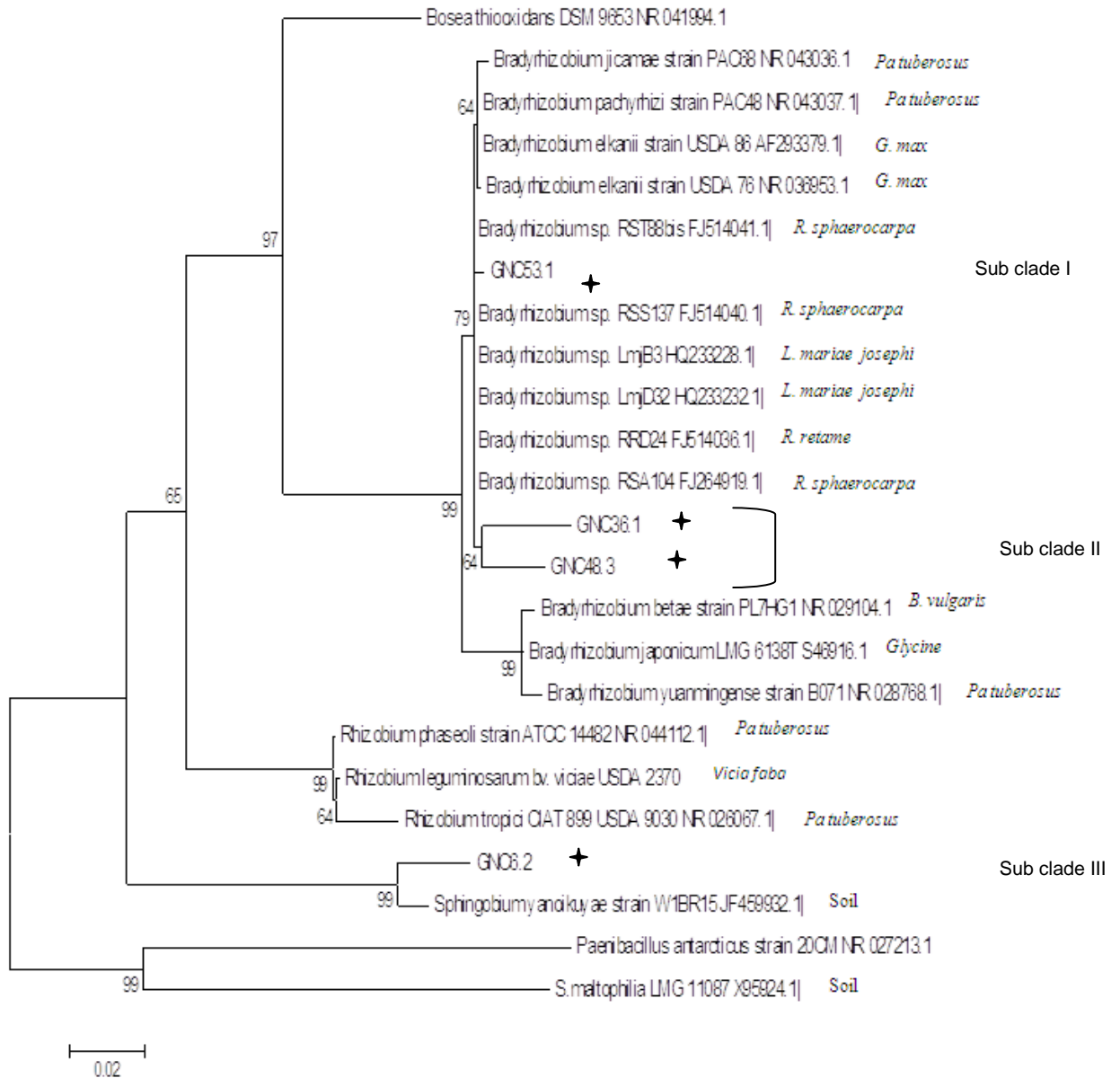
Las características fenotípicas de los aislados fueron diversas y se ha iniciado la caracterización de las cepas con crecimiento lento, es decir, aquellas que requirieron 5-6 días para generar colonias de 1 mm en placas de YMA. Dichas colonias fueron circulares, opacas y blancas. Cuando se observaron al microscopio se mostraron móviles y generalmente con gránulos de β-polihidroxibutirato con forma bacilar. Presentaron una tinción Gram negativa. El tiempo de generación fue de 4 horas, el intervalo de temperaturas a las que crecen fue de 26° a 37°C con un valor óptimo de 28°C. Todos los aislados fueron capaces de crecer a pH 6-8 en YM. Estas cepas soportan concentraciones de 100 y 200 mM NaCl.

La taxonomía de bacterias endosimbióticas de leguminosas se apoya en la comparación de las secuencias del gen 16S rRNA (Rivas et al., 2009). Sin embargo, a nivel de género, la información que se obtiene de estas secuencias es limitado debido al alto grado de conservación. La comparación de las secuencias entre los genes 16S y 23S RNA (ITS) se ha revelado muy útil ya que presenta una considerable variación incluso entre cepas relacionadas (Willems et al, 2003) y por tanto se está utilizando en la caracterización de bacterias endosimbióticas de leguminosas.

El análisis en este trabajo con las secuencias 16S rRNA ha permitido identificar los aislados de crecimiento lento de *G. numidica* como miembros de los géneros *Bradyrhizobium* y *Shingobium* (Ver figura 1) .



**Figura 1. Árbol filogenético basado en el alineamiento de 900 pb del gen 16SrRNA. Las cepas de *Genista numidica* se designan + GN. Se presentan los valores de “bootstrap” > 60% y 1000 réplicas. La escala muestra el número de sustituciones por sitio.**



Las cepas dentro del género *Bradyrhizobium* pertenecen a dos subgrupos, el primero incluye la cepa GNC53.1 que se agrupa con aislados descritos de *Retama* sp (RRD24, RSS137, RSA104, RST88bis) de Argelia (Boulila et al., 2009) y de *Lupinus mariae-josephae* (LmjD32, LmjB3) (Sanchez-Cañizares et al., 2011) de España. El otro incluye las cepas GNC36.1 and GNC48.3 y su separación está soportada por valores de bootstrap  $\geq 90\%$ . Estos resultados muestran una proximidad entre los aislados de varios miembros de tribu de leguminosas *Genisteeae*, *Retama* y *Lupinus* y están muy alejados de cepas de crecimiento rápido aisladas de especies de *Genista* que crecen en Túnez (Mahdi et al., 2007). La cepa GNC6.2, pertenece a un tercer subgrupo y mostró un alto grado de conservación respecto a especies de *Sphingobium* una  $\alpha$ -proteobacteria no



descrita como endosimbionte. GNC6.2 podría haber recibido los genes simbióticos por transferencia horizontal.

Por otra parte los datos obtenidos de las secuencias ITS son consistentes con los presentados en la Figura 1.

## CONCLUSIONES

Los aislados de *Genista numidica* argelinos mostraron una gran diversidad tanto fenotípica como genómica.

El análisis de las secuencias de los genes 16S rRNA mostró que los aislados de crecimiento lento pertenecen a los géneros *Bradyrhizobium* y *Sphingobium*. Los datos obtenidos con las secuencias intergénicas ITS son consistentes con los anteriores e indican gran diversidad entre estas cepas que podrá completarse con la comparación de otros genes básicos de estas bacterias.

## AGRADECIMIENTOS

A los profesores Abdelghani Boulila (Universidad Mira Abderrahmane de Bejaia) y Tomás Ruiz Argüeso (Universidad Politécnica de Madrid) por su consejo y sugerencias.

## BIBLIOGRAFÍA

- Boulila F., Depret G., Boulila A/G., Belhadi D., Benallaoua S and Laguerre G. 2009. Systematic and Applied Microbiology, 32:245–255.
- Laguerre G., Mavingui P., Allard M.R., Charnay M. P., Louvrier P., Mazurier S.I., Rigottier-Gois L and Amarger N. 1996.. Appl. Environ. Microbiol. 62:2029-2036.
- Mahdhi M., Nzoue A., Gueye F., Merabet C., de Lajudie P and Mars M. 2007. Letters in Applied Microbiology. 45: 604–609.
- Moulin L., Béna G., Boivin-Masson C., and Stepkowsky T. 2004. Mol Phylogenet Evol 30: 720–732.
- Rivas R., García-Fraile P and Velázquez E. 2009.. Microbiology Insights. 2:51–69.
- Sanchez- Cañizares C., Rey L., Durán D., Temprano F., Sánchez-Jiménez P., Navarro A., Polajnar M., Imperial J and Ruiz-Argüeso T.2011. Systematic and Applied Microbiology. 34: 207–215.
- Willems, A., Munive, A., de Lajudie, P. & Gillis, M. (2003).. Syst Appl Microbiol 26, 203–210.



## CUÉNTAME: ANÁLISIS DE IMAGEN APLICADO AL CRECIMIENTO DE COLONIAS DE LEVADURA

Rivas, Eva M<sup>a</sup> <sup>1</sup>, Gil, Elena <sup>1</sup>, Melado, Ángela <sup>2</sup>

Tutores: Peinado, Jose <sup>1</sup>, Barreiro, Pilar <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dpto de Microbiología III. Fac. Ciencias Biológicas. Universidad Complutense de Madrid. CEI-Moncloa

<sup>2</sup>Dpto de Ingeniería Rural. ETSI Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid. CEI-Moncloa

Correo electrónico: e.rivas@bio.ucm.es

### RESUMEN

Algunas levaduras son capaces de producir deterioro en alimentos desarrollándose en su superficie como colonias. La medida del crecimiento de éstas evaluando el aumento de células viables es una técnica laboriosa y tediosa, mientras que la medida del aumento de su radio proporciona un resultado inmediato. En este trabajo, como alternativa a la medición manual del radio de la colonia, se plantea el empleo de técnicas de análisis de imagen que permiten automatizar el proceso de medición. A partir de las imágenes escaladas digitales, adquiridas en escala de gris de las colonias en crecimiento se ha desarrollado un algoritmo de análisis de imagen con el software MATLAB®. Esta herramienta se ha utilizado para procesar diariamente las imágenes de colonias de cuatro especies de levaduras deteriorantes: *Zygosaccharomyces rouxii*, *Debaryomyces hansenii*, *Saccharomyces cerevisiae* y *Rhodotorula glutinis*. El error de predicción del tamaño de la colonia al aplicar el algoritmo es comparable con el cometido en la medición manual, no superando en ambos casos el 3-4% y obteniéndose un ajuste medio ( $R^2$ ) entre ambas mediciones de 0.99, ajuste consistente e independiente de la especie de levadura estudiada. La observación de que el crecimiento bifásico del radio está correlacionado con las fases de aumento de células viables hace de este algoritmo una excelente herramienta.

**Palabras clave:** colonias de levadura, radio, análisis de imagen

### INTRODUCCIÓN

La mayoría de lo que conocemos actualmente de las levaduras se ha obtenido a partir de cultivos microbianos creciendo en forma planctónica en medio líquido (Stovicek et al., 2010). En medios o alimentos líquidos, las condiciones son más homogéneas que en medios o alimentos sólidos, donde la propia estructura en sí interfiere en el comportamiento de los microorganismos contaminantes (Hills et al., 2001) ya que se ve afectada la difusión de los nutrientes, agua, la distribución de ácidos orgánicos o conservantes, el flujo gaseoso (Mendoza et al., 2010) y surgen dificultades físicas en la movilidad de los microorganismos (Koutsoumanis et al., 2004). Estos factores determinan el crecimiento de las levaduras en forma de colonias (agrupación de células idénticas originadas a partir de una única célula madre), como ocurre en la superficie de ciertos alimentos sólidos o gelificados como patés o quesos, salchichas, chorizo, carne, pan o ciertos tejidos vegetales (para una revisión ver Wilson et al., 2002). Por tanto, una de las principales manifestaciones del deterioro de alimentos sólidos es el crecimiento en masa de los microorganismos sobre la superficie de algunos de ellos.

Tradicionalmente el crecimiento microbiano se ha cuantificado en líquidos usando metodologías indirectas (recuento de células viables, peso, seco, microscopía...) o indirectas (densidad óptica) (Boundy-Mills, 2006). En el caso de colonias de microorganismos creciendo sobre superficies sólidas, la medida de su crecimiento evaluando el aumento de células viables, es una técnica laboriosa y tediosa, mientras que la medida del aumento del radio (Pirt, 1967), la única metodología directa aplicable solo al crecimiento en superficie, proporciona un resultado inmediato. La otra técnica



disponible es la destrucción de la estructura del alimento en un homogenizador y su conversión en un medio líquido mediante dilución de las muestras homogéneas.

## OBJETIVOS

Los objetivos de este trabajo es realizar el seguimiento fotográfico a lo largo del tiempo del crecimiento de colonias de diferentes especies de levaduras sobre en un medio sólido de cultivo general de levaduras y la creación de un algoritmo de análisis de imagen con el software MATLAB® para cuantificar de forma objetiva y automatizada, el crecimiento de colonias por el aumento de su radio.

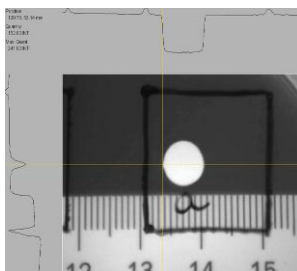
## MATERIAL Y MÉTODOS

### 3.1 CRECIMIENTO MICROBIOLÓGICO

Las cepas de levaduras utilizadas en este trabajo son *Zygosaccharomyces rouxii* Bch, *Saccharomyces cerevisiae* ATCC 7754, *Rhodotorula glutinis* CECT 10145 y *Debaryomyces hansenii* PR66, cepas con diferente metabolismo energético aisladas a partir de alimentos deteriorados. Las cepas se inocularon en 100 ml de medio YMB (misma composición que el YMA a excepción del agar). Tras incubar en agitación durante 18 h a 28°C, se midió su D.O a 620 nm y se determinó el número de UFC/ml por interpolación en la recta patrón. Con el objetivo de obtener una única colonia, se procedió a hacer las diluciones adecuadas a partir de este cultivo en suero salino (9 g/l de NaCl) y posteriormente se colocaron gotas de 50 µl de la dilución apropiada, en la que se presumía que se obtendría una única UFC, en regiones rotuladas de 4 cm<sup>2</sup> de placas de Petri de 8.5 cm de diámetro que contenía 15 ml del medio elegido para el estudio del crecimiento de las colonias, YMA (el cual contiene 10 g/l de glucosa, 5 g/l proteosa peptona, 3 g/l extracto de levadura, 3 g/l extracto de malta y solidificado con 20 g/l de agar). Posteriormente se sellaron con parafilm y se incubaron a 28°C durante 21 días.

### 3.2 PROCEDIMIENTOS DE CONTEO

**Imagen 1. Ejemplo de medida del diámetro de la colonia analizado con el software Quantity one**



Se realizaron de forma periódica (diariamente durante la primera semana y después cada dos o tres días hasta los 21 días) fotografías digitales en escala de grises con el captador y analizador de imágenes Vilber Lourmat a distintas colonias de las cuatro especies junto con una regla para poder realizar la conversión de escala de píxeles a milímetros. Las fotografías se analizaron manualmente mediante el Software Quantity one para la medida del diámetro de las imágenes de las colonias en dos direcciones perpendiculares (Imagen 1) y después el radio se obtuvo por la conversión de píxeles a milímetros.

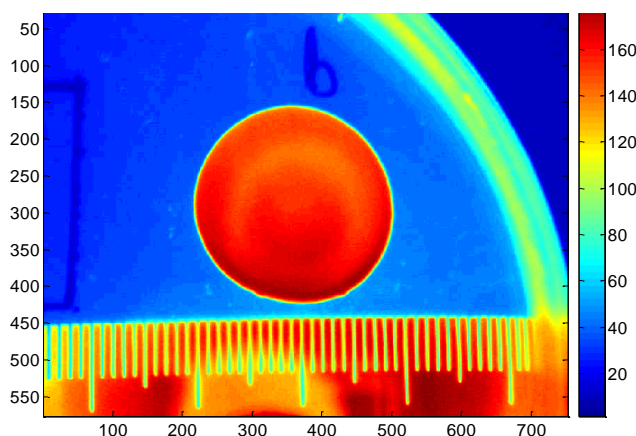
Como se ha indicado en el párrafo anterior, en este trabajo se plantea el empleo de técnicas de análisis de imagen que permiten automatizar el proceso de medición y que se detallan a continuación.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

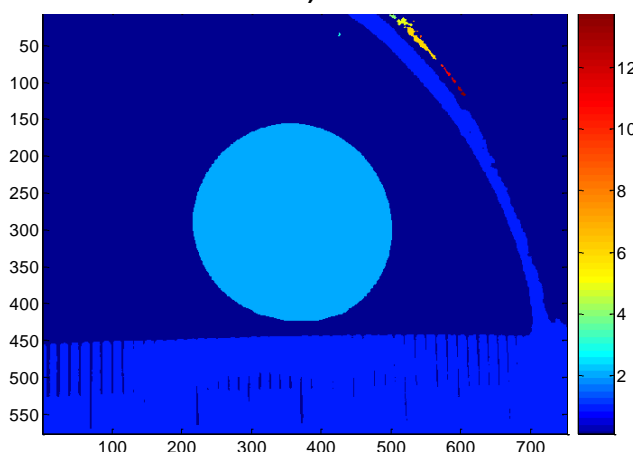
A partir de las imágenes escaladas digitales, adquiridas en escala de gris de las colonias en crecimiento se ha desarrollado un algoritmo de análisis de imagen con el software MATLAB® para la extracción de los parámetros de interés de las mismas. Este algoritmo se basa en cuatro rutinas propias basadas en el toolbox homónimo de análisis: la primera de ellas, **mido\_colonia**, lleva a cabo una segmentación en blanco y negro de las



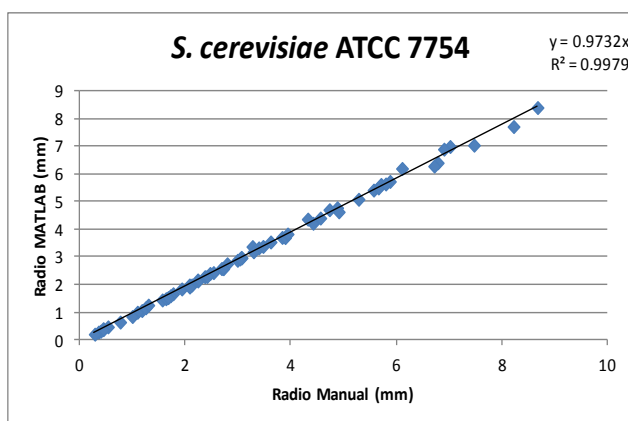
**Imagen 2:** Imagen en escala de grises (autoescalada en color según el nivel de gris indicado en la barra de color) de una colonia. La regla se utiliza como referencia para la cuantificación del crecimiento de la colonia.



**Imagen 3:** Segmentación de la imagen anterior (según nivel de gris 90) e identificación por color de los distintos objetos que en ella aparecen. La colonia es el objeto identificado con el número 2 (según indica la escala de color).



**Figura 1.** Recta de regresión estimada que compara los radios obtenidos con ambos métodos en una de las especies estudiadas.



*hansenii* respectivamente). El error de predicción en todos los casos no supera el 3-4%.

imágenes originales (ver Imagen 2) según un umbral de segmentación que corresponde a un nivel de gris autoajustado para cada imagen (90 para la imagen 2) calculado por aplicación del método Otsu, que minimiza la varianza dentro de las clases formadas por los píxeles clasificados como blancos y como negros respectivamente sobre el histograma, maximizando a la vez la diferencia entre ambas clases. La rutina del programa permite además identificar la colonia, mediante un algoritmo de conectividad en vecindario de 4 elementos (ver Imagen 3). La implementación de la función "regionprops" sobre la imagen segmentada y etiquetada, permite calcular una serie de parámetros del objeto de interés en este caso la colonia, como el área, el eje mayor y menor y el diámetro equivalente en píxeles.

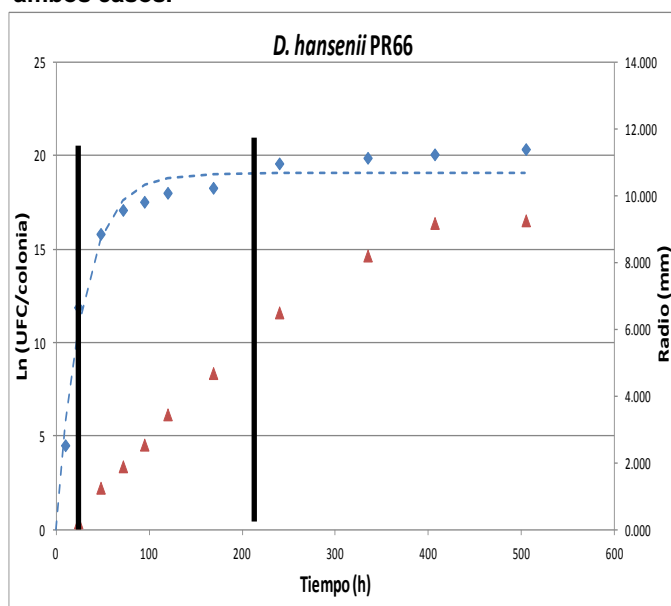
La segunda rutina, **mido\_all**, permite concatenar la rutina **mido\_colonia** para todas las imágenes de un directorio. La conversión de escala (mm/píxel) se realiza utilizando la tercera rutina, **micro\_escala**, mientras que la cuarta, **get\_escala** permite establecer manualmente la escala de la fotografía sobre la regla con la que se adquiere la imagen original.

Esta herramienta se ha utilizado para procesar diariamente las imágenes de colonias de cuatro especies de levaduras deteriorantes. La comparación de 130 (33 de *Z. rouxi*, 62 de *S. cerevisiae*, 16 de *R. glutinis* y 19 de *D. hansenii*) datos de radio entre las distintas especies y tiempos obtenidos con este algoritmo, con los obtenidos con el método automatizado, pone de manifiesto que el error de predicción del tamaño de la colonia es comparable al resultado de la medición manual (Figura 1); aspecto verificable mediante réplica quintuple de la medida manual efectuada (error estándar medio de 0.0085, 0.0238, 0.0189, 0.0148 para *Z. rouxi*, *S. cerevisiae*, *R. glutinis* y *D. hansenii* respectivamente).





Figura 2. Gráfico en el que aparecen representados el crecimiento de células viables en la colonia (azul) junto con el aumento de su radio (rojo) a lo largo del tiempo. Las barras separan las distintas fases observadas en ambos casos.



1967; Pipe y Grimson, 2008; Rodin y Panikov, 1995) está correlacionado de forma no lineal con las fases de aumento de células viables en la colonia.

## CONCLUSIONES

El algoritmo de análisis de imagen desarrollado se consolida como una herramienta óptima para la cuantificación del crecimiento de colonias de levaduras bajo distintas condiciones. Dicha cuantificación automatizada supone un ahorro de tiempo además de permitir cuadruplicar el número de muestras diarias que es posible evaluar.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos al Campus de excelencia internacional por la beca de investigación PICATA y al proyecto GR35/10A (Santander-Central Hispano-UCM). A María Isabel de Silóniz y a José Martínez Peinado del grupo de Hongos y Levaduras de Interés (UCM) y al grupo LPF\_Tagralia (UPM), en especial a Pilar Barrerio Elorza por la creación del programa y a Eva Cristina Correa Hernando por su dedicación. Ambos grupos de investigación forman parte del CEI Moncloa.

## BIBLIOGRAFÍA

- Boundy-Mills K. (2006). The yeast Handbook. Querol A., Fleet G. H. (eds). Springer-Verlag, Berlin. 67-100.
- Cooper A.L., Dean A.C.R., Hinshelwood C. 1968. Proc. R. Soc. Lond. B. 171, 175–199.
- Gray B.F. y Kirwan N.A. 1974. Biophys. Chem. 1, 204-213.
- Hills B.P., Arnould L., Bossu C., Ridge Y.P. 2001. Int. J. Food Microbiol. 66 (3): 163–173
- Kamath R.S. y Bungay H.R. 1988. J. Gen. Microbiol. 134, 3061–3069.
- Koutsoumanis K.P., Kendall P. A., Sofos J.N. 2004. Food Microbiol. 21 (4): 415–422
- Mendoza M., Verboven P., Tri Ho Q., Kerckhofs G., Wevers M., Nicolai B. 2010. *J. Food Eng.* 99 (2) 206–215
- Pipe L.Z. y Grimson M.J. 2008. Mol Biosyst. 4, 192-198.
- Pirt, S.J. 1967. J. Gen. Microbiol. 47, 181–197.
- Rodin V.B. y Panikov N.S. 1995. Mikrobiologiya, 64, 485–491.
- Stovicek V., Vachova L., Kuthan M., Palkova Z. 2010. Fungal Genet. Biol. 47(12):1012-22
- Wilson P.D., Brocklehurst T.F., Arino S., Thuault D., Jakobsen M., Lange M., Farkas J., Wimpenny J.W., Van Impe J.F. 2002. Int. J. Food Microbiol. 73, 275-89.





## EL CEBO DE LA AVILEÑA-NEGRA IBÉRICA

De Blas, Alberto; Febrel, Natalia; Rodríguez, Laura  
Tutor: García Rebollar, Pilar

*Departamento de Producción animal. E.T.S.I Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid.*  
Correo electrónico: alber\_dbs@hotmail.com; nataliafebrelcancio@hotmail.com;  
laura.rodriguezl@alumnos.upm.es

### RESUMEN

A día de hoy, dado el consumo de alimentos de la cada vez más elevada población mundial, necesitamos incrementar la velocidad de crecimiento de los animales que vamos a destinar al consumo. Una forma de lograrlo es mediante un sistema de producción intensivo en cebadero, en el que se alimenta a los animales *ad-libitum* para conseguir un aumento de peso corporal mediante el incremento de la masa muscular, consiguiendo que en pocos meses un ternero tenga el peso adecuado para su sacrificio. Nos basaremos en la visita realizada al cebadero de la Asociación de la raza avileña-negra ibérica y sus posibles cruces como razas de carácter cárnico y nos centraremos en el Cebadero Comunitario de la SAT (Sociedades Agrarias de Transformación) de Ávila, para comentar las instalaciones del mismo así como las actividades y el seguimiento que en él se realizan para cebar a esta raza.

**Palabras clave:** *cebo, Avileña-negra ibérica, unifeed*

### INTRODUCCION

La Avileña-Negra Ibérica es la raza autóctona de la provincia de Ávila que se caracteriza por su adaptación para aprovechar el entorno en el que está presente y la capacidad para criar un ternero en un intervalo de poco más de un año (Figura 1). El prototipo racial está definido en la reglamentación de la *Resolución de la Dirección General de Ganadería* desde 1970 renovándose en 1977 y 1980.

Las reproductoras y sementales se encuentran en las fincas de la asociación y los terneros, al cumplir los seis meses de edad se trasladan al cebadero de la misma, donde se alimentan hasta que alcanzan el peso adecuado para su sacrificio.

**Figura 1. Avileña-Negra Ibérica**



(Fuente: propia)



## MANEJO DEL GANADO

Al cebadero llegan sólo animales de aquellos ganaderos que estén inscritos en la Asociación de Avileña-Negra Ibérica. Una vez en las instalaciones, se separan los sementales de los animales destinados a engorde, siendo el principal criterio de selección el valor genético del animal.

El siguiente paso es separar machos y hembras para evitar problemas de estrés y alteraciones que puedan influir en la producción y calidad de la carne. A continuación se vacunan contra los virus de IBR (Rinotraqueitis Infecciosa Bovina) y de BVD (Diarrea Vírica Bovina) y se desparasitan a la vez que se pesan por primera vez.

Durante los siete meses que dura el cebo se registra el consumo de alimento y el peso de los animales mensualmente para llevar un control del índice de conversión (IC).

## ALIMENTACIÓN

La alimentación que reciben los sementales y los animales de cebo es diferente, por esta razón se formulan dos raciones.

La ración de sementales consta de ocho kilogramos de pienso y paja a libre disposición, es decir, *ad libitum*, siendo el precio del pienso de 0,27 €/kg.

La mezcla suministrada a los animales de engorde (Figura 2) es una mezcla “unifeed” que consta de un 78% de ensilado de maíz, un 2% de paja (Figura 3) y un 20% de concentrado que se consigue mediante una máquina mezcladora. El “unifeed” consiste en una mezcla de una dieta homogénea de todos aquellos ingredientes que la constituyen, como forrajes, concentrados y aditivos, de forma que queda limitado el consumo selectivo de ingredientes individuales y el animal dispone de alimento durante todo el día (Jimeno y Martín, 1996).

**Figura 2. Animales comiendo el alimento previamente mezclado**



(Fuente: propia)

**Figura 3. Ensilado de maíz y paja.**



(Fuente: propia)



## DATOS PRODUCTIVOS

La capacidad del cebadero es de 1000 reses, las cuales entran con seis meses de edad y rondan los 230 kg de peso. Tras siete meses de engorde, salen con 520 kg de peso vivo medio. En la siguiente tabla se resumen los principales datos productivos del cebadero.

**Tabla 1. Datos productivos (consultados en el cebadero)**

Precio de la canal	
Machos	3,6 €/kg
Hembras	3,7 €/kg
Rendimiento	
	1,3 Kg carne/día
Índice de conversión	6,1
Ganancia por animal	200€

## INFRAESTRUCTURA

La explotación posee varias naves orientadas hacia el sur para un mayor aprovechamiento de la luz y menor incidencia de los vientos, además se encuentran divididas en corrales independientes. La separación de los corrales se hace mediante teleros portátiles lo que facilita la limpieza de los mismos. Cada nave dispone de su propia manga para el manejo de los animales (Figura 4).

**Figura 4. Mangas de manejo en el exterior de las naves**



(Fuente: propia)

En las naves dedicadas a los sementales encontramos tolvas para el suministro del pienso (Figura 5) a diferencia de las dedicadas al cebo, en este caso, la mezcladora es la que se encarga de suministrar el “unifeed”.



**Figura 5. Tolvas de los sementales**



### **CONCLUSIONES**

El cebo de terneros supone un aumento de la producción de carne en un intervalo de tiempo relativamente corto, lo que facilita un mayor abastecimiento de alimentos cárnicos para la población, que a día de hoy sigue una tendencia positiva de crecimiento.

### **BIBLIOGRAFÍA**

Asociación Española de Raza Avileña-negra ibérica. [En línea] <http://www.razaavilena.com/> Consultada 13 de Marzo de 2012

Información obtenida de la visita al propio cebadero en el mes de octubre del 2011 organizada en la asignatura de Introducción Práctica a la Producción Animal.

Jimeno, V. y Martín, F. J. 1996. Mundo ganadero, nº 74, febrero.

# ÍNDICES





# Índice de palabras clave

## A

*aceite de argán*, 103  
*acuicultura*, 15  
 $\beta$ -*Agonistas*, 41  
*agua*, 137  
*alcornoque*, 127  
*alimentación*, 7  
*alimento*, 19  
*alimentos sólidos*, 123  
*anabolizante*, 107  
*análisis de imagen*, 153  
*análisis filogenético*, 119  
*análisis hiperspectral*, 123  
*andenería*, 59  
*Argán*, 103  
*Argania spinosa*, 103  
*Avileña-negra ibérica*, 157

## B

*bastidor*, 71  
*Bradyrhizobium*, 37, 149  
*Brassicaceae*, 141

## C

*cacao*, 27  
*calidad carne*, 107  
*campo magnético estacionario*, 111  
*caracteres morfológicos*, 133  
*cebo*, 157  
*celo*, 45

## Ch

*Chelonus inanitus*, 85

## C

*cimaterol*, 107  
*clase fitosociológica*, 99  
*Clenbuterol*, 41  
*colonias de levadura*, 153  
*competitividad*, 77  
*comunidades indígenas*, 7  
*conductividad eléctrica*, 141  
*control de procesos*, 67  
*corcho*, 127  
*crecimiento*, 145

*crioconservación*, 63  
*cultivos andinos*, 59  
*Cytisus triflorus*, 119

## D

*denominación de origen*, 77  
*diagramas de fase*, 67  
*disponibilidad*, 7  
*distribución cacao*, 27  
*distribución del agua*, 23  
*diversidad filogenética*, 149  
*dorada*, 115

## E

*Ebro*, 89  
*endeudamiento*, 15  
*enfermedad celíaca*, 55  
*especies zootécnicas*, 63  
*estirpe*, 19  
*externalidades socio-económicas*, 49

## F

*fermentación*, 33  
*fitorremediación*, 93  
*flora Arvense-ruderal*, 99

## G

*Genista numídica*, 149  
*germinación*, 111  
*gluten*, 55  
*Glycine max L.*, 111  
*GUIDE CONNECT*, 11

## H

*heredabilidad*, 115  
*herencia*, 133  
*humedales artificiales*, 93

## I

*indicaciones geográficas*, 49  
*innivaciones estructurales*, 71  
*inseminación artificial*, 63  
*instalaciones*, 81



## L

*levadura*, 123

## M

*metabolismo*, 41

*metodos numericos*, 71

*microestructura*, 23

*modelo econométrico*, 77

*muda*, 19

## P

*Papaver somniferum*, 133

*papilla*, 33

*parasitación*, 85

*pastoreo extensivo*, 137

*personal ocupado*, 145

*plantación*, 127

*porcino*, 33

*porosidad*, 23

*preferencia edáfica*, 99

*producción*, 137

*productividad*, 145

## R

*radio*, 153

*ratios económico-financieros*, 89

*rentabilidad financiera*, 15

*reproducción*, 45

*RFID*, 67

*Rhizobium*, 119

## S

*sector frutícola*, 89

*simbiosis*, 37

*sistema de secreción*, 37

*sistemas agroalimentarios*

*localizados*, 49

*sostenible*, 11

*Sparus aurata*, 115

*Spodoptera exigua*, 85

## T

*temperatura crítica inferior*, 81

*temperatura crítica superior*, 81

*tercera vía*, 11

*Theobroma cacao*, 27

*tratamiento de aguas*, 93

*trigo*, 55

*turismo*, 59

## U

*unifeed*, 157

## V

*viabilidad semillas*, 141

## Y

*yegua*, 45





# Índice de autores

Alonso Martínez, Alba .....	107
Álvarez Pérez, Ana .....	99
Amaro Osorio, Alexandra .....	55
Argüello Revilla, Álvaro .....	11
Arribas, Teresa .....	63
Aznar, Carmen .....	63
Campos Gibert, Adrián .....	111
Campos, Noelia .....	23
Cendón, María Laura .....	49
Contreras Casado, Axel .....	107
De Blas, Alberto .....	157
de Paz-del Río, Raquel .....	33
de Quinto, Javier .....	33
Djenadi, Katia .....	119, 149
Dorado, Rocío .....	45
Duran, David .....	37, 119, 149
Escribano, Juan Agustín .....	137
Febrel, Natalia .....	157
Fernandes Farias, Tiago .....	115
Fernández de Juan, Álvaro .....	81
Fernández, Pilar .....	45
García de Jalón, Silvestre .....	15
García, Javier .....	67
Gil, Elena .....	123, 153
González Aliseda, Bernardo .....	19
González García, Guillermo .....	127
González, Borja .....	71
Gutiérrez, Isabel .....	45
Hadjira, Ahnia .....	119, 149
Iglesias García, Rubén .....	59
Iglesias, Ana Isabel .....	37
Izarra, Raquel .....	85
Jiménez-Ariza, Tatiana .....	67
Laguna, Isidoro .....	133
López Fernández, Matilde .....	103
Llorente Soto, Irene .....	81
Maestro, Teresa .....	89
Martínez Ballesteros, Abel .....	11
Martínez Pérez, Edith .....	145
Melado, Ángela .....	23, 153
Meneses, Beatriz .....	67
Merino Zazo, Alicia .....	7
Miranda de la Cruz, Gladys .....	145
Palaín Vargas, Andrea .....	27
Palma, Alejandro .....	71
Pastor, Víctor .....	37
Pérez García, Hortensia .....	107
Rabah, Tamara .....	15
Rivas, Eva M <sup>a</sup> .....	23, 123, 153
Rodríguez, Gustavo .....	63
Rodríguez, Laura .....	41, 157
Ruiz, Jorge .....	89
Sánchez Gómez, Rosario .....	77
Sanz, Alicia .....	133
Verdugo Andrés, Antonio .....	11
Villar Alegría, Emilio .....	93
Zarzuela Esteban, Mariano .....	141





# Índice de tutores

Adán, Ángeles .....	85
Aguado Cortijo, Pedro Luis .....	103
Alarcón, Silverio.....	15, 89, 145
Alvir, María Remedios .....	45, 63
Barreiro, Pilar.....	11, 71, 153
Boulila, Abdelghani.....	119
Boulila, Farida.....	149
Callejo Ramos, Antonio .....	19
Carbonell Padrino, M <sup>a</sup> Victoria .....	111
Castillo Valero, Juan Sebastián .....	77
Correa-Hernando, Eva .....	23, 67
De la Torre Llorente, Daniel .....	99
de Silóniz, María Isabel .....	23, 123
Díaz- Barcos, Virginia.....	67
Flórez García, Mercedes.....	111
García Cortijo, María Carmen .....	77
García Rebollar, Pilar .....	41, 81, 107, 157
Giraldo Carbajo, Patricia .....	55
González Benito, M <sup>a</sup> Elena .....	141
Hernández Díaz-Ambrona, Carlos Gregorio .....	7, 59, 127, 137
Lleó, Lourdes.....	123
Mendiola Ubillos, M <sup>a</sup> Ángeles.....	27, 103
Mira Pérez, Sara.....	141
Moya, Adolfo.....	11, 71
Nicodemus Martín, Nuria.....	19
Orellana, Juan .....	133
Peinado, Jose.....	153
Pérez-Serrano, Martina .....	33
Rey, Luis.....	37, 119, 149
Sánchez-Yélamo, María Dolores .....	93
Toro, Miguel Ángel .....	115
Velasco, Ana .....	49